

第3部 大豆の有機栽培技術

I. 有機大豆作の基本技術

目次

1. 大豆生産と有機栽培技術を巡る事情	(2) 根の発育	238
1) 大豆生産を巡る課題	(3) 根粒菌の着生と活性	239
(1) 国産大豆の現状と課題	(4) 受精・結莢と子実の肥大・登熟	240
(2) 大豆の栽培・経営を取り巻く諸環境	(5) 生育障害	240
2) 有機大豆作の生産状況と生産技術に関する認識	2) 大豆の収量構成	241
(1) 有機大豆の生産状況と技術問題への対応	4. 有機栽培技術の基本と留意点	
(2) 有機大豆作に対する技術面からの認識	1) 品種の選択	241
2. 有機大豆作の問題点と有機栽培を成功させるポイント	(1) 品種選定の基準	241
1) 有機大豆作の技術的問題点	(2) 日本の品種	244
(1) 病害虫が蔓延すると大きく減収する	2) 圃場の選定・準備と土づくり	245
(2) 雑草の抑制が難しく収量低下と労働過重を引き起こす	(1) 栽培に適する圃場	245
(3) 転作大豆では排水不良が作柄を低下させている	(2) 圃場条件の違いと大豆の生育	245
(4) 不適切な栽培管理が生育・登熟を妨げる	(3) 圃場の排水性の改善	247
2) 有機大豆作を成功させる技術的ポイント	(4) 圃場の準備と土づくり	249
(1) 排水性の良い肥沃な圃場で栽培する	3) 施肥管理	251
(2) 発芽が揃えば雑草の抑制は容易になる	(1) 元肥	251
(3) 病害虫の発生しにくい圃場環境を作る	(2) 追肥	253
(4) 営農条件に合った品種と播種時期を選択する	4) 播種	253
(5) 土づくりにより土壌の肥沃度を高め、生産を安定化させる	(1) 播種の時期と方法	253
(6) 大豆の特性に合った肥培管理を行う	(2) 発芽障害対策	256
3. 大豆の生理・生態的特性	5) 中耕・培土	258
1) 大豆の生育	(1) 中耕と培土の目的	258
(1) 発芽・出芽	(2) 中耕・培土の時期と方法	261
	6) 雑草抑制対策	262
	(1) 耕種的雑草抑制の重要性	262
	(2) 機械的な雑草対策	264
	(3) 開花期以降に発生する雑草の対策	264
	7) 病害虫抑制対策	265
	(1) 耕種的抑制の重要性	265
	(2) 害虫対策	266
	(3) 病害対策	267
	8) 収穫・乾燥・調製	268
	(1) 刈取り	268
	(2) 乾燥・調製	268
	(3) 選別	268

1. 大豆生産と有機栽培技術を巡る事情

1) 大豆生産を巡る課題

(1) 国産大豆の現状と課題

我が国で消費される大豆は、近年油糧用需要の減少から、食用、飼料用、種子用を含め平成21年時点では370万tを切っている。需要のうち68%は搾油用、22%が食用に供され、残りは飼料用などである。食用向けのうち、最も多いのが豆腐・油揚げ（全体の49%、このうち国産割合は29%）、で、次いで味噌・醤油（同17%、17%）、納豆（同13%、24%）が続く。

内国産大豆は平成21年時点では23万tで、自給率は6.5%に過ぎないが、食用に限れば自給率は28%である。国産大豆は割高であるが、海外産輸入大豆の大部分が遺伝子組換え大豆のため、根強い需要がある。「食料・農業・農村基本計画」による平成20年の生産目標では60万t（作付面積ベースでは300千ha）へと大幅な生産拡大を目指しているが、作付面積、単収ともに停滞したままの状態にある。

この状況を打開するには、国産大豆が抱える生産量や価格の変動の問題に加え、品質が不安定なこと、ロットが小さいこと、1,2等比率が近年6割程度にとどまっていること等の問題の解決が必要とされている。

かつて大豆は「畑の肉」と呼ばれたように、普通畑で作付けするのが一般的であったが、昭和

45年に始まった米の生産調整以来、転作奨励作物として推奨され、補助金単価も優遇されてきたため水田転作での作付けが増加しており、今日では作付面積（平成21年145千ha）のうち転換畑が85%（北海道57%、都府県92%）となっている（表I-1）。

大豆の栽培条件は、普通畑と転換畑では多くの点で違いがある。大豆栽培で最も影響が大きい点は圃場の透・排水性であるが、普通畑では播種から苗立ち期の乾燥対策や開花期以降の灌水が、水田転作では播種から苗立ち期の湿害対策が技術上の大きな課題である。

大豆の単収は気象条件による影響を色濃く受け変動幅が大きい、ここ10年間の平均単収は低下傾向にある（表I-2）。このうち、北海道の平均単収は230kg/10a台と我が国ではトップで、九州と関東がそれに次ぐ160kg/10a前後であるが、単収は低下傾向にある。

このような事態は昭和60年代から起きており、例えば、従来富山県は大豆の10a当たり収量が200kgを超えていたが、これが急速に低下してきたことから、転作大豆による連作障害や地力消耗によるのではとの疑念が浮かび上がった。このような動きが全国に広がる中で、農林水産省は平成14年に大豆300A研究センターを発足させ、Aクラス品質の大豆の300kg/10a収穫を目指した技術開発をスタートさせた。このことによって開発された技術は、平成20年産大豆では全国で21千haに、21年産では27千haに増加しているものの、その普及率は全作付面積の2割弱という状況にある。

表 I - 1 大豆の消費量、生産量等の推移

	昭和55年 (1980)	平成2 (1990)	7 (1995)	12 (2000)	17 (2005)	20 (2008)	21 (2009)	22 (2010)	32(目標) (2020)
1人当たり消費量 (kg/年)	5.3	6.5	6.3	6.4	6.8	6.7	6.5	—	6.7
国内生産量 (万t)	17.4	22.0	11.9	23.5	22.5	26.2	23.0	22.3	60
輸入量 (万t)	440.1	468.1	481.3	482.9	418.1	371.1	339.0	—	
作付面積 (万/ha)	14.2	14.6	6.9	12.3	13.4	14.7	14.5	13.8	30

資料：農林水産省「作物統計」、「食料需給表」（平成22年度「食料・農業・農村白書」農林水産省）

表 I - 2 10a 当たり平均収量の推移

地域	(単位:kg)			
	年産 平成15年	平成18年	平成21年	平成22年 (概算)
全国	181	176	164	162
北海道	224	234	232	230
都府県	174	161	150	147
東北	167	154	139	140
関東	191	179	168	156
北陸	175	162	145	144
東海	144	141	149	133
近畿	158	151	144	140
中国四国	140	133	129	127
九州	203	181	168	163

注:平均収量は過去7カ年の最高、最低を除いた5カ年の平均値である。
(農林水産省資料「作物統計」)

(2) 大豆の栽培・経営を取り巻く諸環境

大豆の栽培には日平均気温 13℃以上で、積算温度 2000℃が必要とされている。南北に細長い日本では北から南に向かうほど栽培可能期間が長くなる。北海道や東北北部では播種期の幅は小さく、南関東から東海、九州にかけては播種期間の幅が広く、前後作との関係で地域毎に多様な栽培形態がある。

大豆の生育条件からみた地域区分としては、農業技術体系(作物編6ダイズ基 81)では、第1地域:北海道のほぼ全域(生育可能日数 120~140日、1作/年)、第2地域:北海道南部~東北北部(140~160日、1作/年)、第3地域:東北中部~東北南部、東山地方、北陸の内陸部(160~180日、3作/2年~2作/年、ただし実際は1作/年が多い)、第4地域:東北南部~北関東、北陸の沿岸部、山陰の一部(180~200日、麦作との2作/年)、第5地域:関東南部、東海、近畿、山陽、九州北部(200~220日、2~3作/年)、第6地域:四国、九州南部(220日以上)の多毛作地帯)の6地域に分類している。

現実の大豆の栽培場面では、このような生育条件に他の作物と組み合わせられた作付体系や梅雨・台風の時期、病害虫の発生状況が加味されて、地域性のある多様な栽培形態があり、地域の気候や食文化に適した多様な品種開発も進められてきた。

大豆は発芽、苗立ち頃が過湿に最も弱いため、

早期に梅雨前線が掛かる九州でも播種期は制限される。また、南方では台風等の気象災害に加えて、害虫の発生による被害も多い。さらに近年、温暖化現象とともに豪雨や高温、長期干ばつなど異常気象による生育障害の発生もあり、国を挙げての大豆の本作化などの取組が行われているが、生産は不安定で国産大豆の供給力は停滞したままという実態にある。

さらに、営農形態によっても求められる栽培技術要素は異なる。国産大豆で比較的単価の高い煮豆、惣菜用大豆の需要は約3万t(12%)しかなく、多くは販売単価が15,000~17,000円/100kgの豆腐加工用に向けられている。単収200kg/10aとしても10a当たり粗収入は30,000~34,000円/10aと低く、転作大豆では各種助成金に加算されても概ね70,000円/10a程度の粗収入である。そのため煮豆用の小面積栽培では中耕管理機や手作業によるていねいな中耕、培土が可能であるが、作付規模が大きい加工大豆生産では粗放的な管理になりやすく、殺虫剤、殺菌剤、除草剤に対する依存度が高い。

2) 有機大豆作の生産状況と生産技術に関する認識

(1) 有機大豆の生産状況と技術問題への対応

「有機農業基礎データ作成事業」(平成22年度、MOA自然農法文化事業団、農林水産省助成事業)の結果によれば、現在、有機大豆の生産量(有機JAS認証分を含めた推計値)は1,169tで、国産大豆総生産量の0.51%と推計された。また、有機栽培の慣行栽培に比べた減収率は、有機JAS格付大豆では23%、非有機JAS大豆では12%であり、調査対象農家から聞き取った慣行栽培による販売価格との対比では、有機JAS格付大豆が50%高、非有機JAS大豆が37%高であった。

有機栽培による大豆生産量は、総大豆生産量から見れば極小さいが、今回行った全国の約20

戸程の有機大豆作農家の事例調査での印象をみる限り、雑草問題や病害虫問題を克服する栽培管理に意欲的に取り組んでおり、独自の加工・販売戦略によって再生産可能な経済栽培を目指した努力が図られていた。

大豆を取り巻く多様な諸条件の中で、技術的課題は地域により異なるが、大豆の有機栽培者は少なく、有機栽培向けの技術開発もほとんど行われていないため、栽培技術は各地での個々の農業者によって試行錯誤が重ねられてきた。大豆の生理・生態に基づく基本的な栽培技術は慣行栽培でも有機栽培でも共通であり、有機栽培農家は各地域の気象条件、土壌条件、営農形態、作付規模、販売・流通戦略等に応じて、多様な技術的対応をとっている。

従って、有機大豆作を始めたり、栽培技術水準をさらに上げていくためには、地域でとられている標準的な技術指針に基礎をおきつつ、同時に地域での先進的な有機栽培者の技術を参考にして栽培技術の組み立てを行っていくことが基本になる。

(2) 有機大豆作に対する技術面からの認識

有機大豆作の単収は極めて低く、作柄変動が大きいことが定説になっている。表 I-3 は大豆作において病害虫対策として威力を発揮している化学合成農薬を使用しなかった場合の生産への影響を示したデータである。この調査は慣行栽培と有機栽培を比較したものではないが、化学合成農薬の効果が見てとれる。

また、(独)農研機構中央農業総合研究センターで行った有機栽培と慣行栽培の大豆比較試験では、同一時期の作付けでは開花期は変わらないが、成熟期は極小粒品種で0~3日、中大粒品種で3~8日程度、有機栽培で遅くなったとしている。そして、収穫期の主茎長、全重、子実収量及び精子実収量は、一部を除いて全般に有機栽培区で低い傾向にあり、被害粒率は有機栽培区で高かったとしている(図 I-1)。

有機栽培の大豆が低単収である要因は、端的

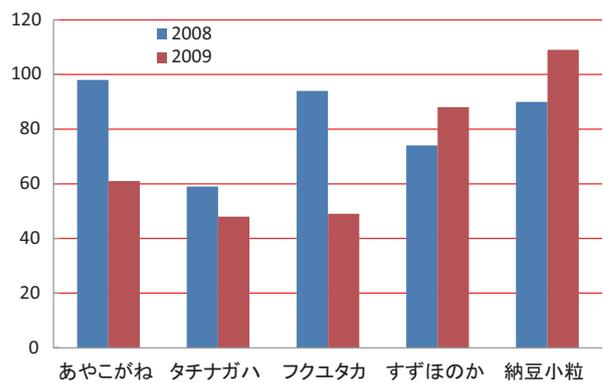


図 I-1 有機栽培大豆の精子実収量(慣行比)(茨城県)(三浦ら2010)

注: 播種日2008年は7月11日、2009年は7月7日

には化学的に合成された肥料や農薬が使えないため、害虫及び雑草の制御が難しいためであり、特に害虫の大発生や雑草抑制対策の失敗により潰滅的な打撃を受けた例はよく聞かれる。この背景には栽培環境や栽培管理の不適切さや、近年は温暖化による条件変動の影響もある。

しかし、有機大豆作の事例調査結果からは、発芽や雑草対策等の基本技術さえ外さなければ120~180kg10aという慣行栽培並みの単収を上げることは十分可能なことが確認できた(写真 I-1)。

特に、先進的な栽培事例では地域平均を大きく超える事例もみられ、有機栽培イコール低収ではないことも確認できた。むしろ有機栽培では、栽培管理が意欲的に行われており、雑草の制御に失敗した時か害虫の大発生時を除いては周辺



写真 I-1 生育が順調な大豆の事例(提供:早川仁史氏)

表 I-3 農薬利用の有無による大豆の収量等への影響

実施県 実施年	試験圃場の概要	試験結果の概略 (無農薬区の防除区に対する減収率)	減収の主な要因等
福井 平成3年	①試験 A 品種:エンレイ 無農薬区:完全無農薬 防除区:防除4回 (除草剤無使用)	・等級品収量(重量) 38%減 220/354 (kg/10a) ・出荷金額 42%減	試験 A,Bともに紫斑病,カメムシ類の被害による。 ・紫斑病,カメムシ類ともに多発。 ・収量減に加え,品質低下がみられた。
	②試験 B 品種:エンレイ 無農薬区:完全無農薬 防除区:防除3回 (除草剤無使用)	・等級品収量(重量) 46%減 100/185 (kg/10a) ・出荷金額 46%減	
埼玉 平成3年	品種:エンレイ 無農薬区:完全無農薬 防除区:防除3回 (除草剤無使用)	・等級品収量(重量) 7%減 139/150(kg/10a)	カメムシ類,紫斑病の被害による。 ・多雨のため全般に収量が少なかった。
福井 平成4年	①試験 A 品種:エンレイ 無農薬区:完全無農薬 防除区:種子消毒+防除4回 (除草剤無使用)	・等級品収量(重量) 20%減 160/201 (kg/10a) ・出荷金額 26%減	試験 A, Bともに紫斑病,カメムシ類の被害による。 ・紫斑病,カメムシ類ともに多発。
	②試験 B 品種:エンレイ 無農薬区:完全無農薬 防除区:防除2回 (除草剤無使用)	・等級品収量(重量) 34%減 134/203 (kg/10a) ・出荷金額 34%減	
徳島 平成4年	品種:アキシロメ 無農薬区:完全無農薬 防除区:防除3回 (除草剤無使用)	・等級品収量(重量) 18%減 336/412 (kg/10a) ・出荷金額 18%減	ダイズサヤタマバエ,カメムシ類の被害による ・例年被害の大きいハスモンヨトウ,紫斑病の被害は少なかった。
宮崎 平成4年	品種:フクユタカ 無農薬区:除草剤1回のみ 防除区:種子消毒+防除2回 (うち除草剤1回使用)	・等級品収量(重量) 49%減 72/141 (kg/10a) ・出荷金額 63%減	害虫(カメムシほか),ダイズモザイクウイルス,鳥害による。 ・病害虫の被害で品質が低下した。

(日本植物防疫協会 1993をもとに作表)

の慣行栽培と変わらない状況が見られた。ただし、有機栽培でも 200kg/10a 台の単収を安定的に上げようとする、より積極的な技術の改善が必要になる。

大豆は粗放型作物であり、地力に対する依存度が高く、化成肥料による増収効果はそれほど高くない。その意味では有機栽培に適した作物とも言える。大豆の生産性は地力と根に共生する根粒菌の働きに依存している、寒冷地などの限られた条件を除けば施肥による差は小さいとみられる。

有機栽培の大豆は慣行栽培に比べ、概して節間が短く、着莢位置が低い傾向がある(写真 I-2)。これは低地温時には有機物の分解に伴う

窒素の放出量が小さく、初期生育時の節間伸長が小さいためであるが、コンバイン収穫を行う場合には収穫ロスが多くなるほか、汚染粒の発生が多



写真 I-2 慣行栽培(右)と有機栽培(左)の大豆の姿 (提供:早川仁史氏)

くなることがある。

2. 有機大豆作の問題点と有機栽培を成功させるポイント

1) 有機大豆作の技術的問題点

大豆の有機栽培上の技術的問題点は、端的には病虫害の多発、雑草繁茂であり、これらから派生する労働時間の増大及び収量の低下や不安定性である。

大豆の有機栽培に関わる技術的問題点を挙げると以下の通りである。

(1) 病虫害が蔓延すると大きく減収する

病虫害による被害は受けない地域があったり、病虫害が発生しても気にならない程度という栽培者もいれば、最初は大変だったが4、5年目からは問題がなくなったという栽培者もいる。しかし、有機JASで使用が許容されている農薬があっても高価で使えないとのことで、虫害を理由に有機栽培を止めた例もあり、また、突発的に病虫害が大発生して収穫を断念した圃場もある。

有機栽培で特に問題視されている害虫は、北海道から東北にかけてはマメシクイガ、ツメクサガなどの蝶蛾類、東北以南ではカメムシ類（ホソヘリカメムシ、アオクサカメムシ等）、関東以西ではさらにハスモンヨトウやウコンノメイガ等の蝶蛾類が加わっている。マメシクイガは莢に産みつけられた卵から孵化した幼虫が大豆子実を食害するのに対して、ハスモンヨトウやウコンノメイガは茎葉や花を食害するので被害の出方は異なるが、いずれも防除対象害虫に指定されている。また、病害ではウイルス病や紫斑病対策が求められている。

(2) 雑草の抑制が難しく収量低下と労働過重を引き起こす

有機栽培で問題となる雑草害は、播種以降開花期までの生育前半に発生する雑草による大豆の生育抑制と、開花期以降に発生する雑草による収穫作業や大豆品質に及ぼす被害の2つに分け

られる。

生育前半の発生雑草は、播種前の雑草発芽の抑制対策と、発芽・苗立ち後の中耕・除草によって抑草が可能である。ただし、降雨等で適期作業が行えない場合や、作業機械への投資、中耕作業に要する労力等の面での制約がある場合は対応が難しい。

生育後半に発生する雑草や残草は大豆の生育を阻害することは少ないが、コンバイン等に絡みつくので刈取り作業効率を著しく損なうほか、多汁質のイヌホウズキやイヌビエ等があると収穫した大豆子実に茎葉の汁液が付いて汚染粒の原因になる。

また、開花後の結莢期や結実期に入ってからの中耕・培土は大豆への悪影響を与える上に、大豆茎葉が圃場を覆うため機械除草が困難であり、生育後半に雑草が大豆の草丈を超えて茂るようになれば単収は大きく低下する。

手順を追った適切な対応により雑草の制御は可能であるが、天候条件や作業の段取りが悪く除草作業のタイミングを失すると、手に負えなくなる場合が多い。大豆の発芽揃いがよく、初期生育が順調であれば、初期段階での中耕等で雑草は抑制できる。やがて大豆の繁茂により畦間への日照が遮られると、雑草の生育は止まる。しかし、圃場の排水不良による過湿や過乾燥などで大豆の発芽が不揃いになり、初期生育が不良であると雑草の繁茂力が高まり、大減収につながる。

(3) 転作大豆では排水不良が作柄を低下させる

転作大豆では排水不良により出芽から生育初期にかけて湿害を受けるほか、播種前後に梅雨期が重なると湿害による発芽・苗立ちが悪くなる。また、播種直後または開花期から結実期にかけては、干ばつによる生育不良がしばしばみられ、単収が低下する要因になっている。

大豆は特に湿害に弱く、発芽障害や生育停滞が起きやすい。生育前半は根粒菌による窒素供給力が大きいですが、排水不良などにより土壌中の酸素濃度が低下すると根粒菌の活性が低下し、

大豆は発育不良となる。特に、地形的に平坦な水田地帯では、ブロックローテーションなどによる集団的土地利用が行われていない地域や、稲作田と大豆作付地が隣接している圃場では、湿害を受けやすい。

(4) 不適切な栽培管理が生育・登熟を妨げる

転作大豆では発芽・苗立ちが悪いと、これが雑草の繁茂を助長し病虫害の誘発要因となり、単収を低下させる。

また、大豆は窒素要求量の非常に大きい作物であるが、根粒菌の働きがあるのでやせ地でも育つとの間違った認識もあって、土づくりが不十分なやせ地での栽培がしばしば見られる。そのような圃場では大豆の生育が貧弱なため、これが雑草の繁茂を助長し、着莢不良や小粒化により単収が低下する。大豆は地力収奪力が大きいので、土づくりがされていない圃場や連作圃場では低単収を余儀なくされる。

一方、早期播種や有機質肥料の過剰な投入を行うと、いわゆる「つるぼけ現象」を起し、生育量が開花・結実に結びつかない場合もある。大豆は根に着生する根粒菌と地力に対する依存度が強い作物であり、施肥窒素よりも地力窒素と根粒菌固定窒素を主体に生育するため、開花期以降は土壌からの多量の養水分が必要になる。そのため多収の前提として、肥沃度の高い土壌での栽培が必要と言える。

2) 有機大豆作を成功させる技術的ポイント

有機大豆栽培が成立する要点は、発芽・苗立ちが揃うこと、開花期以降に多量の養水分を吸収できることに加えて、根粒菌の活性を高く維持すること、雑草との競合を回避すること、病虫害の発生が少ないことである(図I-2)。

(1) 排水性の良い肥沃な圃場で栽培する

大豆は生育期前半には湿害に弱く、特に発芽に際しては多くの酸素を要求する。圃場の排水

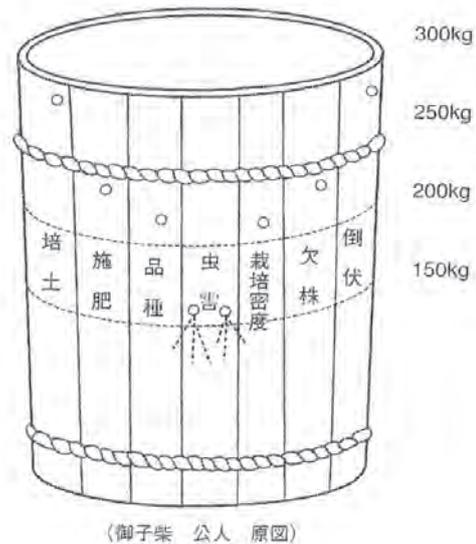


図 I - 2 大豆収量支配の要因桶

(高橋、ヤンマー農機株式会社資料)

注：大豆栽培をする上で培土、施肥、品種、虫害、栽植密度、欠株、倒伏等の収量を支配する多くの要因があるが、その影響は要因ごとに異なっている。

性が悪い場合は発芽が揃わず、雑草を繁茂させる条件を招くほか、後に続く管理作業が遅れて雑草害や病虫害による被害を拡大する誘因になる。従って、大豆の有機栽培では排水不良の圃場を避ける必要があり、やむを得ない場合は圃場の排水対策を徹底的に行った後で作付けを行う。

具体的には耕土が深く膨軟で通気性が良く、土壌は透・排水性、保水性が高いことに加えて、保肥力が高くリン酸吸収係数の低い圃場が望ましい。こうした土壌は、慣行栽培、有機栽培に共通の理想的な土壌であり、有機物の連用と土壌中に生息する生物の働きが良くなるとは成立しない。従って、有機栽培においても堆肥の施用はもちろん、輪作を組む作物の茎葉や根などの残渣の活用に加え、適正なリン酸、塩基の施用により排水性の良い肥沃な圃場づくりを心がける必要がある。

(2) 発芽が揃えば雑草の抑制は容易になる

有機栽培が失敗するケースの多くは発芽の失敗である。大豆の有機栽培で問題になる雑草が抑制できるかどうかは、大豆の発芽から茎葉繁茂期にかけての生育初期に、大豆の生育が雑草の発

生・生育を上回ることができるかどうかにかかっている。

大豆は初期の生育が早いので、適期中耕・除草を徹底すれば雑草の生育を抑制できる。大豆の発芽は土壌の乾湿の影響を強く受け、過乾燥や過湿条件では発芽が遅れるか発芽しない。タネバエや鳩などの鳥害等によっても発芽は不揃いになり、初回の中耕作業が遅れ雑草害を助長する。そのため有機栽培では、発芽力の高い種子を用い、播種期や土壌条件に合わせた耕耘・整地・砕土作業を心がけ、慣行栽培以上に斉一な発芽に気を遣う必要がある。

有機栽培農家が雑草抑制対策として工夫している対応策は以下のようなことである。

- 播種前に耕種的な雑草の発芽抑制措置を徹底する。
- 田畑輪換により雑草の繁茂しにくい環境を作る。
- 適切な中耕・培土により雑草の発生を抑える。
- 大豆の発芽・苗立ちや生育の向上によって除草労力の軽減を図る。
- 狭畦密植栽培方式により雑草の繁茂する余地を低下させる。
- リビングマルチにより雑草を抑制する。
- 初期雑草及び大型雑草は手取り除草を徹底する。

(3) 病害虫の発生しにくい圃場環境を作る

大豆の有機栽培を難しくしている最大の要因として、虫害の発生を挙げている生産者や地域がある一方で、有機栽培農家の中には有機栽培の継続によって病害虫が減少しており、あまり気にならないとし、むしろ慣行栽培の収量レベルを安定して上回っている農家、地域もある。

一般に、雑草が繁茂する圃場では風通しや日当たりが悪く、圃場の過湿な条件から病害虫が発生しやすい環境になるので、雑草の抑制は重要である。また、病害虫の主因である病原菌密度やダイズシストセンチュウ数は連作により増加するので、大豆の3年以上の連作は避け、田畑輪換やマメ科以外の作物との輪作により病害虫を抑制す

る必要がある。

一方、長期連作でも慣行栽培より高単収を維持している有機栽培の例もある。前後作の作物への有機物施用や茎葉残渣などにより土づくりが進み、圃場の生物多様性など生態的環境が整ってきている中で、病害虫の抑制が図られているのではないかと関係者は指摘する。

なお、大豆の主要害虫であるカメムシ類、蝶蛾類は、いずれも空き地や畦畔等の雑草が繁茂する日陰を主な住処として生息し、初夏から初秋にかけて登熟する大豆の莢や子実を主に加害する。従って、圃場周辺の空き地に繁茂する雑草群落を大豆の作付け前に刈り取るか焼くことで越冬虫の個体数を減らし、大豆の結莢期以降は逆にそれら群落を残すことで圃場内への侵入を防ぐことも可能である。

(4) 営農条件に合った品種と播種時期を選択する

営農条件と地域に適した品種と播種時期を選択し、健全な生育条件を確保して病害虫の発生や雑草の抑制を図り、低単収問題の打破を図る必要がある。有機栽培では、特に品種選択が重要である。地域に適合した作りやすく少肥特性をもつ在来種を選択している有機栽培者もいるが、予め需要先が確保されていないと販売量に限りがあり、在庫を抱えることにもなりかねない。

そこで、品種選択に当たっては、大豆交付金制度の対象になる県の奨励品種を選択して、収益の確保を図りつつ需要先を広げていく選択が一般的な道である。近年、種々の用途向けや栽培適性（病害虫抵抗性、温暖化対応性、機械化適応性など）を持った育種が進んでいるので、県の作物別栽培指針の中にある品種特性も参考にして、有機栽培への適応性を試作によって確認していくことが重要である。

有機栽培農家が品種と播種時期について工夫している対応策として以下のようなことが挙げられる。

- 地域の条件に合った少肥性の在来品種を選択

する。

- 地域の奨励品種の中からその栽培特性と流通適性を考慮して選択する。
- 害虫発生が少ない栽培管理が容易な播種時期を選ぶ。
- 大豆の生育が早く、雑草の繁茂力が落ちる時期を考えて遅播きにする。

(5) 土づくりにより土壤の肥沃度を高め、

生産を安定化させる

大豆は多量の窒素を必要とし、その大部分を根粒菌が固定する窒素と土壤から供給される地力窒素により賄うところに大きな特色がある。大豆の初期生育は緩慢であるが、開花期前後から急速に生長し、子実肥大期に再び緩慢になる。養分吸収も生殖生長となる開花期から莢伸長期にかけて旺盛となる。

大豆の窒素養分を賄うために元肥としての窒素を増やしても収量が増加しない例が多い。これは、窒素を増施すると根粒菌の着生が減少するためとされている。大豆は生育初期には根粒菌により生育するが、開花期以降は退化し、地力窒素の発現や有機質肥料の施用効果が収量に大きく影響することがこれまでの研究で明らかになっており、堆肥等の有機質資材の施用により地力を高めておくことが重要になる（図 I-3）。

有機栽培への転換を計画している圃場では、土壤診断結果を参考にしながら3年程度は年間

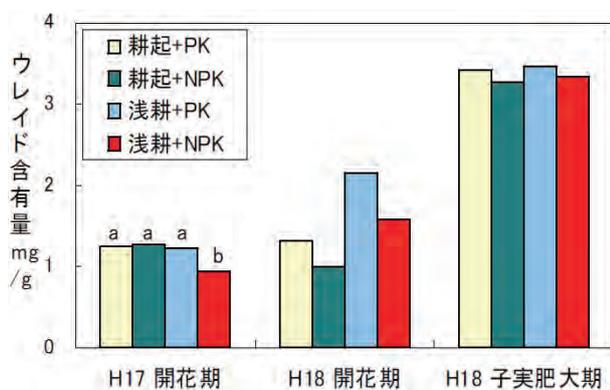


図 I-3 元肥窒素施用が根粒活性に及ぼす影響（三重県農業研究所 2006）

注：図中同一英小文字間に有意差無し

3t/10a 程度の畜糞堆肥を投入して土づくりを行い、その後は作物の茎葉を鋤込む程度にすると良い、という慣行栽培の単収を大幅に上回る有機栽培の先駆者のアドバイスもある。また、大豆栽培地の土壤 pH は 6.0~6.5 になるように石灰質資材で調節するほか、リン酸吸収係数が高い火山灰土壤やリン酸分が欠乏している土壤ではリン酸の補給を行う。

(6) 大豆の特性に合った栽培管理を行う

①播種前に堆肥や元肥を施さない圃場、

連作圃場には開花期に追肥を行う

有機栽培では大豆への元肥を施用していない場合が多い。これは、土づくりができていれば前作の茎葉の鋤込みもあり、土壤中の地力窒素で十分育つし、じっくり育てた方が病害虫を寄せつけないという経験に基づいている。

また、元肥に化成窒素肥料を施用すると根粒菌が働かなくなり、炭素系の草質の完熟堆肥を施すことにより根粒菌が増えることが指摘されている。有機栽培では通常前作の茎葉を鋤込むか、圃場から茎葉を持ち出し1年かけて完全に発酵させた堆肥を土壤動物や微生物の餌として与え、これにより土壤の団粒構造形成や地力の増強を図るという考え方もある。

一方、根粒菌による窒素の供給に依存した生育は莢伸長期頃から急速に衰えるので、開花期以降の窒素吸収を意識して追肥を行うことが単収を上げる上で必要として指導している県が多いが、有機栽培ではあまり行われていない。

②開花期から結莢期の干ばつ時には灌水を行う

大豆は生育中期以降、水の要求量が急速に増し、特に生育が旺盛となる開花後の要求量が多いとされる。開花期以降においては水稻よりも多くの水分を必要としており、排水条件とともに土づくりにより圃場の保水力を高めることが重要である。

土壤条件にもよるが、開花期以降に長期間降雨がないと葉が萎れ、落花・落莢が多くなり、着粒数の減少と小粒化によって大きく減収する。土づくりの程度、土壤によって保水力は異なるし、

地下水位によっても灌水の必要性は異なる。中途半端な灌水は、却って植物体自身の吸水を妨げ、灌水量が少ないと却って植物の生育力を低下させるので、一旦灌水を始めたなら粒肥大期まで行うか、干ばつが終わるまで継続しなければならないので注意を要する。

灌水開始期の目安は開花期以降に晴天が1週間以上続き、土が白く乾き、日中葉が萎れ反転するようになった時期である。

灌水は水田転作でこそ可能であり、通常は畝間灌漑とする。1回に50～60 mm程度の灌水量になるので、2～3回に分けて行う。近年、水田としての利点を活かし、地下水位を自由にコントロールして水稲作にも畑作物にも好適な水分環境を与えられる「地下灌漑方式」（「Ⅱ.有機大豆作の技術解説」の「圃場排水対策」の項参照）が開発された。この方式は用排水分離の圃場整備田であれば、比較的安価な設備投資により敷設が可能のため、開花期であれば大豆の根群域に好適な地下水位を40 cmに保つことが容易になり、有機栽培の例でも10a当たり300 kg以上の単収を実現している実践例がある。

3. 大豆の生理・生態的特性

1) 大豆の生育

大豆の生育期間は極早生品種でも最低約120日が必要である。日本で栽培される大豆品種の多くは有限伸育型（登熟期に節数の増加が止まる）なので、生育期間の長短は開花までの長短と結実に要する期間の長短に由来する。大豆は短日性植物（短日条件下で花芽分化・開花が促進される）で、子実の生長や成熟も短日条件下で促進される。しかし、感光性の強弱は品種によって異なり、長日条件下でも一定の温度に達すると開花する品種も存在するほか、両者の中間に位置する品種群もあり、感光性、感温性が多様である（図I-4）。

(1) 発芽・出芽

大豆の発芽を良好するには、概ね図I-5のよ

うな条件が必要になる。発芽の適温は30～35℃で、10～40℃の範囲で発芽率が高い。発芽日数は35℃前後では1～1.5日程度であるが、10℃では10日を要する。水分が適当であれば、播種から出芽までの日数は、 $73.7/(\text{平均気温}-1)$ で推定できるとされている。

大豆種子の発芽率は貯蔵中の子実水分量と温度による影響を強く受け、子実水分量18%の場合は14%以下（13.9%）に比べて、貯蔵温度10℃で1年程度短く（2～3年）なり、同-10℃では6～10年未満で発芽率が低下する。

大豆の種子は、子実の水分が50%に達すると発芽を始める。この時、吸水による膨張が急激に起こると、長辺方向への膨張が短辺方向より長く続くことによって短辺方向に亀裂を生じ、組織の崩壊を招く場合がある。また、湛水下では発芽に要する呼吸が阻害されて発芽不良になることもある。このような発芽不良の要因は含水率の低い種子ほど影響が大きいので、予め緩やかに種子の含水率を15～16%に調整すること（調湿）が必要になる。

大豆は地上子葉型作物で、下胚軸が伸張して覆土を持ち上げるように出芽する。そのため、覆土が厚かったり、砕土が不十分であったり、降雨によって覆土表面にクラスト（土膜）が形成されても出芽不良となり、その影響はラッカセイやササゲに比べても大きいとされる。過湿土壌で大豆が発芽不良となる原因は、種子周辺の酸素不足が大きく影響している。酸素濃度を21%と5%に設定して大豆を発芽させ、その後に火山灰土壌を充填したポットに移植して栽培したところ、成熟期の大豆の地上部重、稔実莢重、粒重、粒数とも、酸素濃度5%で発芽させた大豆の方が劣っていた（図I-6）（農研センター1997）。このように、発芽時の過湿による酸素不足は大豆の収量にまで影響するので、水はけの悪い圃場では排水性の改善を図る必要がある。

栄養生長期間は、播種から開花が終了するまで（概ね1番花の開花から1カ月後までに相当）である。1番花開花までの日数は寒冷地では長く、

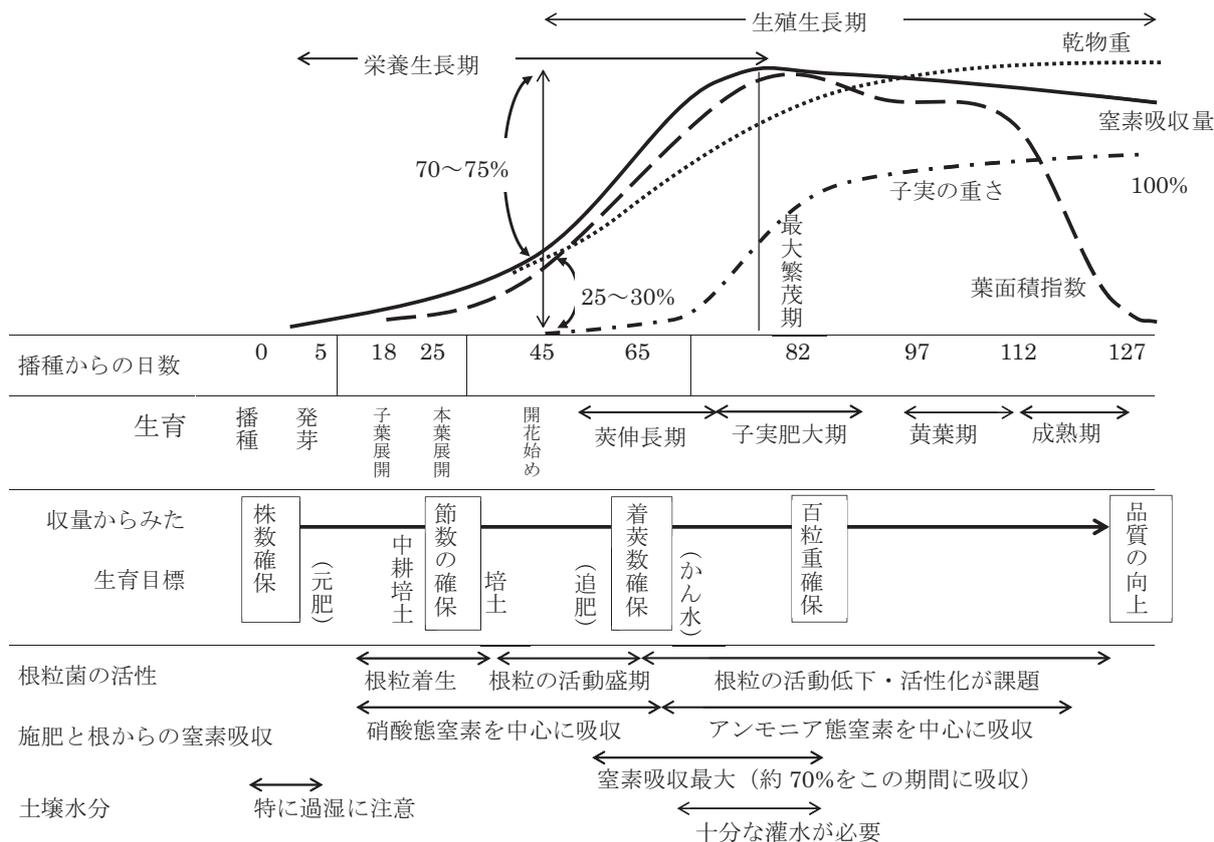


図 I - 4 大豆の生育と栽培暦

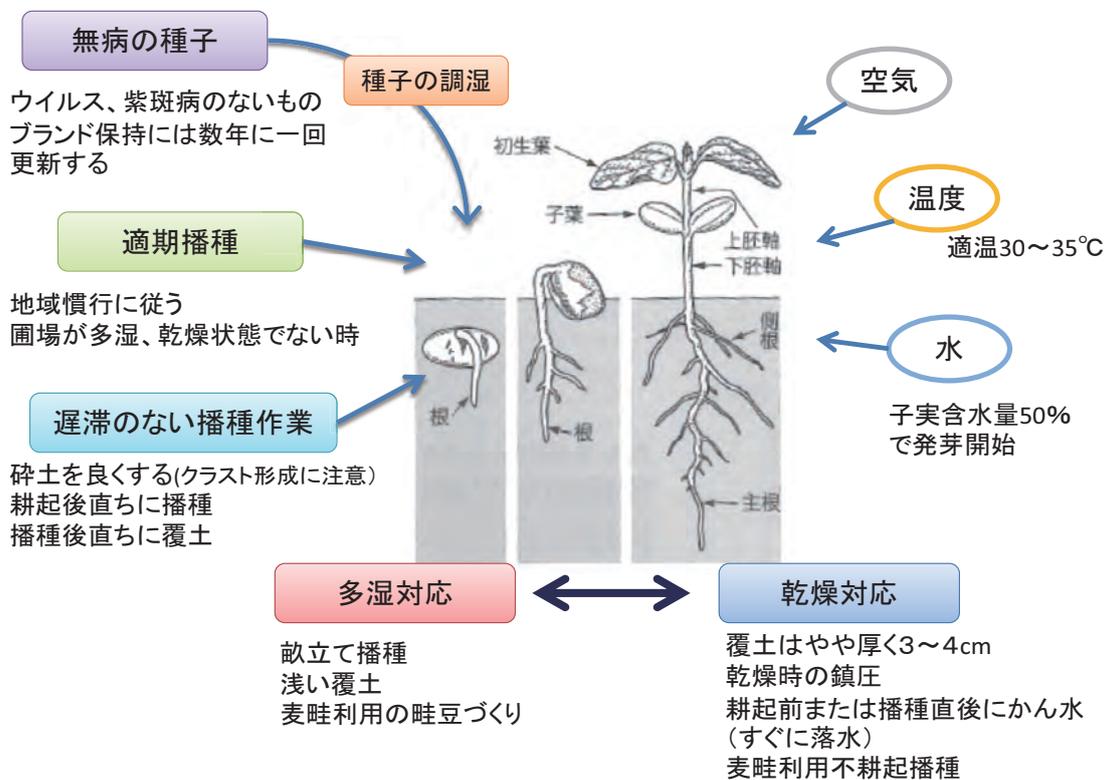


図 I - 5 大豆の発芽を良好にするための条件

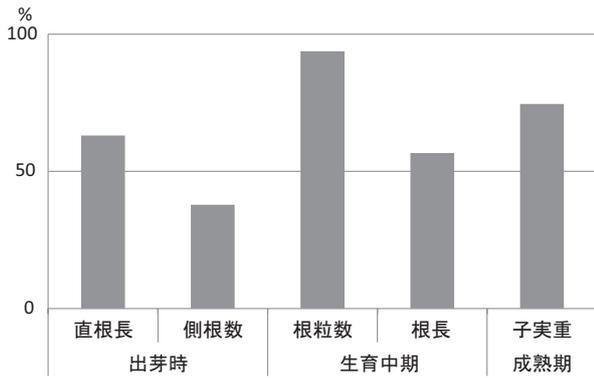


図 I -6 出芽期間の酸素濃度がその後のダイズの生育に及ぼす影響

((独)農研機構中央農業総合研究センター「根系機能と土壤環境からみた大豆多収要因の解明(1997)」より作図)

注：出芽期間酸素濃度21%（コントロール）を100%とした時の酸素濃度5%の生育比

温暖地では短くなるが、この期間の生育量が大きいほど開花数も多くなる。

大豆の子葉は、種子が地上に露出して展開したもので、子葉内のタンパク質や脂肪は順次消費されるが、子葉自体も2～3週間は光合成を継続しており、タネバエや鳩害による脱落、欠損は初期生育に多少なりとも影響する。

子葉の次に展開する一対の単葉を初生葉と呼び、その着生節を初生葉節と呼ぶ。その上位節以降の節に発生する3葉の托葉が本葉であり、本

葉節の葉腋に分枝が発生する(図 I -7)。分枝の発生は栄養条件以上に光条件の影響が大きく、疎植にすると分枝の発生が増加し、密植にすると分枝の発生は少なくなる。

大豆の主茎は、収穫期には30～90cmに達する。主茎の成長には10℃以上の気温が必要で、25～30℃で最も旺盛になる。成長は長日下で顕著なため、暖地等で早播き過ぎるとつる化する場合がある。出葉速度は20℃以下で低下し、生育初期は概ね0.1～0.2葉/日、5葉期以降は0.3葉/日程度と言われている。

乾物同化量は、1番花開花以前は小さいが(全体の1/3～1/4程度)、それ以降、開花が終了するまでの約1ヵ月間に急激に増加して最大になるので、この間の養水分や日照、温度等の条件が特に重要になる。

(2) 根の発育

大豆の根系は、主根と主根から分枝した岐根(2次、3次根)からなる樹枝状根系である。2次根は胚軸や地上部の節からも発生する。また、胚軸からは不定根の発生が見られ、培土した土壤中や空気湿度90%以上の空気中など多湿条件下で発生が増加する。

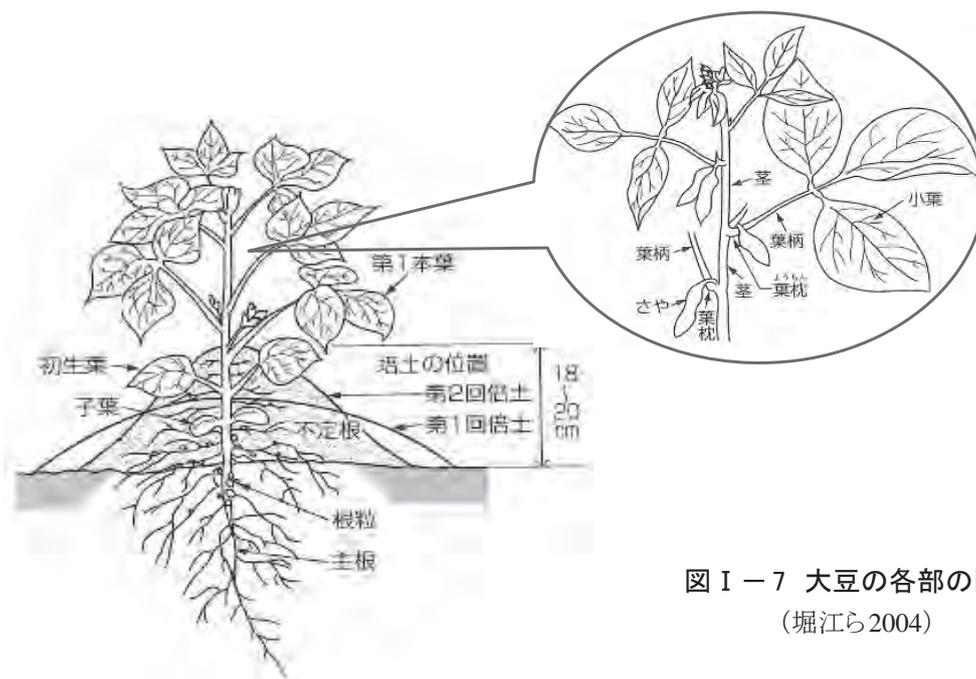


図 I -7 大豆の各部の図解 (堀江ら2004)

根の生長は 25～30℃で最も旺盛になり、総根長は 3.5 km / 株（大型ポットでの結果）に達すると言われている（農林統計協会 2002a）。根の伸張や根群の発達には施肥のほか、地下水位が大きく関与している。地下水位が 40cm 程度の場合は直根が垂直方向に深く張り、根群は深部まで広く展開するようになるが、地下水位が高い（10cm 程度）場合は直根が深く張らずに、岐根が地表近く水平方向に発達するため、干湿の影響を受けやすくなる（図 I - 8）。また、施肥量が多い場合は岐根の発生が少なくなり、根粒菌の着粒数も減少するようになる。

（3）根粒菌の着生と活性

大豆に着生する根粒菌は *Bradyrhizobium* 属の土壤細菌であり、大豆根に着生して共生関係をつくり、大豆が光合成によって生産した糖（リンゴ酸）をエネルギー源として空気中の窒素ガスをアンモニアや窒素化合物として固定し、大豆に供給している。大豆は単位面積当たりで水稻の約 2 倍の窒素を必要としているが、根粒菌が空気中の窒素を固定する量は気象条件や土壤条件などにより大きく異なり、平均的には概ね 50% 程度の供給に及ぶとされている。

根粒菌は好気性菌で、根粒内での生育にも多量の酸素を必要とする。土壤中の酸素分圧が 20% 以下に低下すると、窒素固定が阻害され、同じく 10% では完全に停止する。このため、土壤

孔隙が小さい粘土質の土壤で着生が少なくなるほか、湛水圃場では大豆より先に根粒菌が湿害を受けて脱粒をしたり、枯死をする。

しかし、土着化した根粒菌の密度は湛水条件下でも低下しない（早野 1991）ので、大豆作付け履歴を持つ圃場では、接種効果は判然としない（図 I - 9）。一方、新墾地では土着の根粒菌密度が低く、根粒菌接種が有効とされる。また、化成肥料等の多施肥によって土壤中の硝酸態窒素濃度が高い場合は根粒の着生が少なくなり、反対に炭素系（草質）の完熟堆肥を施用すると根粒菌が増えることが指摘されている。

根粒菌の着生は比較的早い段階から見られ、活性の高い根粒は、割って見ると根粒内部が濃いピンク色をしている。内部が白色化している場合は活性が低く、空洞化している場合は死滅している。大豆の根に着生する根粒数は開花期以降に増大するため、中耕・培土による土壤物理性の改善は、根粒の窒素固定活性を維持するためにも重要である（写真 I - 3）。また、根粒の活性のためには、降雨や畦間灌漑等による湛水が半日程度で引くような圃場でなくてはならない。

他方、根粒菌による窒素の供給は莢伸長期から急速に低下するので、開花期以降の窒素吸収を意識した土づくりや追肥を行うことが単収を上げるためには必要である。

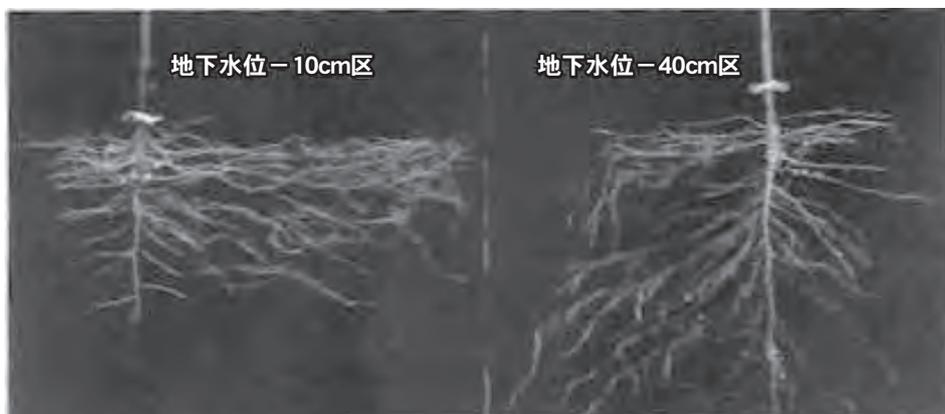
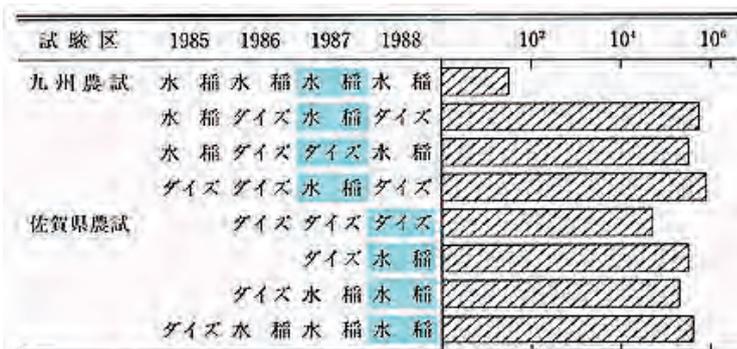


図 I - 8 地下水位の違いによる根の張り方（御子柴ら 1990）



注1：ダイズ品種：フクユタカ

注2：■ 土壌試料採取時(九州農試：9月上旬、佐賀県農試：7月下旬)

図 I-9 作付体系とダイズ根粒菌 (菌数/乾土1g)
(早野 1991)



写真 I-3 根粒菌が着生した有機大豆の根
(提供：福士武造氏)

(4) 受精・結莢と子実の肥大・登熟

播種後 40 日前後で1番花の開花・受粉が始まり、同一株では順次開花が起こるので、開花期間はおよそ3~4週間で、6週間に及ぶ場合もある。ただし、成熟莢になる割合は総開花数の30~50%ほどで、比較的早期に開花した花ほど高く、その他は落花する。

花芽分化には15℃以上の温度が必要で、25℃前後までは温度が高いほど促進される。また、短日日数が長いほど進み、長日条件下では開花までの日数が長くなる。

大豆は自花受粉植物で、開花はほぼ午前中(6時~10時頃)に行われるが、受粉は開花前にはほぼ終了しており、開花時には幼胚の形成が始まっている。そのため、自然交雑は0.5~1%以下であるが、銘柄維持のためには数年に1回の種子更

新が必要とされているので、自家採種の種子を使用する場合は注意する。

なお大豆は、感温性(高温で花芽分化)の夏大豆(主に早生種)と、感光性(短日条件で花芽分化)の秋大豆(同晩生種)に大別され、近年栄養生長期間が短く、登熟期間が長い中間型品種が増加している。

結莢には開花以降の栄養状態の影響が大きく、特に登熟初期に水分不足になると落莢を多くする原因になる。圃場の乾燥が続いて、大豆の葉が内側にまくようになると水分不足の兆候で、干害の危険があるため速やかに灌水などの措置を要する。このほか、結莢率は群落内の光合成が低下するような過繁茂状態や日照不足、低温、高温などの気象環境や、窒素、石灰等の土壌養分不足によっても低下する。

開花から登熟初期の水分不足は、光合成を低下させるので莢数が減少するが、後期に水分不足になると粒重が低下する。登熟後期の適温は、日昼25℃、夜間15℃前後であり、高温では脂肪やタンパク質の含有率が、低温では炭水化物の含有率が上昇する。この時期、長日条件では葉の老化が進まず、莢先熟になりやすい。生育が順調に進めば、発芽から90日頃には葉の黄化・落葉が始まり、100~110日程度で収穫期を迎える。

(5) 生育障害

大豆は気象条件によって種々の生育障害を受けることがある。大豆の冷害は北海道から東北北部において、6月下旬~8月下旬に平均気温18℃以下の日が続くと被害が大きくなる。

冷害の種類は、主に低温に遭遇する生育ステージによって、i) 栄養生長期に低温寡照が続いて生育量が小さくなることによる減収(生育不良型)、ii) 開花始め頃~開花10日目頃に低温に遭遇することによって花粉機能は低下し、受精不良から落花、落莢、不稔が増加して減収(障害型)、iii) 低温で開花・登熟が遅れて子実の肥大が不良も

しくは霜害に遭遇して減収（遅延型）の3タイプに分類される。

干害は、登熟期が高温（30℃以上）・寡雨で経過すると、養水分の吸収阻害や根粒菌の活性低下によって結莢率が低下し、子実の肥大が不良になり発生する。平成22年度（平年差+1.64℃、1898年以降の最高記録を更新）を例にとると、「高温のみが原因となる障害の報告はなく、むしろ開花期以降の干ばつが原因と考えられる青立ち、落花・落莢、小粒化、裂皮等の生育不良や害虫多発」が報告されている（農林水産省2012）。なお、同レポートでは青立ち等生育不良障害の抑制に畝間灌水が有効であると述べており、畝間灌水を行う場合は半日程度で排水ができるように排水路等を確保しておく必要がある。

一方、圃場の冠水期間は1日程度なら問題はないが、数日間にわたって冠水すると、根の腐敗や根粒菌の脱落などの湿害が発生する。湿害は排水条件が悪い圃場で、台風通過や秋雨による長雨時に発生がするので、注意が必要である。

九州など台風常襲地域では、台風による茎葉の傷害や倒伏が問題になり、栄養成長期の傷害は回復可能であるが、着莢期以降の傷害は回復せず、茎葉の脱落、莢の不稔、倒伏等によって大きく減収する。さらに、大豆は土壌中の塩分濃度が0.03%以上になると障害を受け、0.125%以上では生育できなくなる。このため、沿岸部等で台風によって巻き上げられた潮風を受けやすい地域では注意が必要である。

2) 大豆の収量構成

大豆の収量をイネと同様に構成要素で表すと、次式ようになる。

$$\text{面積当たり子実収量} = \text{面積当たり株数} \times \text{株当たり節数} \times \text{節当たり莢数} \times \text{莢当たり粒数} \times \text{精粒率}(\%) \times \text{1粒重}$$

(注)「ダイズ安定多収の革新技術」有原丈二
(2007 農文協)を参考に一部改変

このうち、莢当たり粒数や1粒重は、栽培の影

響もあるが品種によってほぼ決まっているため、多くの場合、収量は面積当たり節数と節当たり着莢数によって増減することになる。有機栽培においてはカメムシやマメシクイガによる被害粒の発生もあるので、精粒率を軽視することはできない。

面積当たり節数は、出葉速度と関係するので、温暖地では有機栽培と慣行栽培の差が出にくく、寒地では有機栽培でやや少なくなる傾向がある。そこで、寒地では追肥の時期を早めるなどの対策が必要になる。

面積当たり莢数は、株当たり節数以上に面積当たり株数の影響が大きいので、有機栽培でも栽植密度の検討と発芽・苗立ちの確保が重要な課題になると言える。

有機栽培での栽植密度は、慣行栽培以上に地域の気象や土壌条件の影響を受けやすいとみられる。近年に育成された大豆品種は分枝の発生が少ない密植型であるため、病害虫の発生を警戒した疎植栽培や遅蒔きでは莢数不足による収量低下が懸念される。一方過度の密植は、開花期以降に過繁茂になって莢数が減少したり病害虫の発生を誘発する場合があります、注意が必要である。

有機栽培における適正な栽植密度の検討例はほとんどなく、まずは地域の慣行栽培に準じて、播種時期に応じた栽植密度で播種して試みる必要がある。なお、有機栽培例では在来種系の品種を利用している場合もあるが、在来品種は分枝の発生が旺盛なので、相応の疎植を行うように留意する必要がある（表I-4）。

4. 有機栽培技術の基本と留意点

1) 品種の選択

(「II. 有機大豆作の栽培技術解説」参照)

(1) 品種選定の基準

大豆の品種選択は、生産者側からは栽培が容易な品種が望ましく、第一に地域の気候に合った早晩性（生態型）を有する品種が挙げられる。大豆は品種の地域分化が進んだ作物で、栽培地や栽培時期に応じた品種の選択が必要である。

表 I - 4 在来種(小糸大豆)と多収品種(タチナガハ、サチユタカ、フクユタカ)の
耕種概要比較 ((財)自然農法センター(関東地区普及所の指導例))

	千葉県での有機栽培事例	千葉県施肥基準による栽培指針
品種	小糸大豆	タチナガハ、サチユタカ、フクユタカ
播種	7月中旬	6月中旬～7月下旬
栽植密度	7,000株/10a	7,000～15,000株/10a
条間	55cm	70cm
株間	26cm	10～20cm
収量	150kg/10a	300kg/10a

次に、地域や圃場固有の課題、例えば耐冷性などの環境抵抗性や紫斑病、シストセンチュウ等に対する病害虫抵抗性などを考慮する。しかし、これらの抵抗性は一律に選択することはできず、地域や圃場ごとに要不要の有無を考慮しなければならない。なお、開花から成熟期までの積算気温が高いほど虫害による被害粒が増加する傾向があるため、有機栽培においては開花期が遅く、登熟期間が短い品種や百粒重が小さく莢数が多い品種の選択が有望と考えられている(三浦ら2010)。

近年は、作付規模の拡大に伴って、耐倒伏性や裂莢性などの機械作業適応性も重要視されている。各道府県でこうした諸要因の中から奨励品種を選定しているので、それらを参考に選択するとよい(表 I - 5)。なお、奨励品種の在来種は、用途が限定されていたり(丹波黒、納豆小大豆など)、地域が限定されているもの(ミヤギシロメなど)が多い。在来種の中には奨励品種ではないが、育成種と同等の収量性を持っているものもあるので、在来種にこだわる場合はそういった品種の利用も検討するとよい(図 I - 10)。

他方、販売面からは用途によって適品種は異なっている。大豆は古くから煮豆や枝豆・もやし、納豆のほか、豆腐や味噌・醤油等の加工原料として利用されてきており、大豆に含まれるタンパク質や不飽和脂肪酸がコレステロール低下や高脂血症、高血圧、癌などの予防に効果があることから、健康食品としても注目されている。国内産有機大豆の需要はどの加工分野でも強く期待されているので、地域の事例を参考に、実需者の意向に合

わせた品種選択が望ましい。

有機栽培の実施事例(後出)を見ても、経営体内での加工を指向していない場合には各道府県の奨励品種を使用していることが多いので、特別に有機栽培を意識した品種選択は必要ない。

ただし、一部には晩播によって虫害や雑草害を回避するために在来種を使用している事例も見受けられる。また、有機栽培による高付加価値化を目的として積極的に品種を選択している事例(甘みや風味の強い在来種とか、ポリフェノールの高いきな粉製造のための小粒黒大豆の利用など)も見受けられるので、奨励品種だけにこだわらない積極的な市場開拓も望まれる。

なお、在来種の栽培に当たっては、品種の適合地域に限界があるので、なるべく地域に伝来する品種を入手するなどの注意も必要である。また、

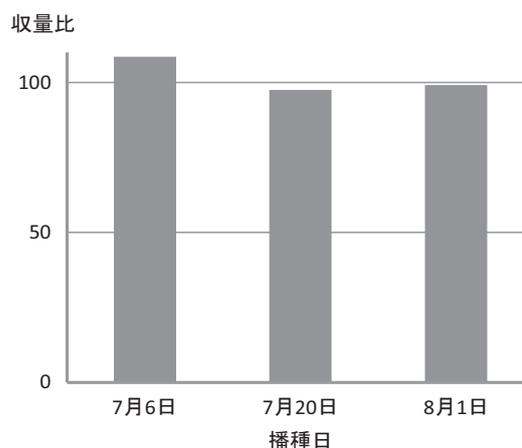


図 I - 10 大豆在来品種の収量性(在来種(美里在来)/多収品種(フクユタカ)の収量比(野瀬ら2008))

注：栽培様式は畝間70cm、株間20cm。化成肥料(N:P:K=3:10:10)を元肥として100g/m²施用。

表 I-5 地域における代表的品種の播種時期と栽植密度（例示）

	代表品種	栽培条件	播種時期	栽植密度(株/10a)
北海道	ユキホマレ	畑大豆	5 中～5 下	23,800
		転作大豆	5 中～5 下	8,333
宮城	ミヤギシロメ		5 下～6 上	7,000
			6 中～7 上	25,000
秋田	リュウホウ		5 下～6 上	7,000
			6 下	10,000
		小麦後作	7 上	20,000
茨城	タチナガハ		6 下	9,500～16,000
	納豆小粒		6 下～7 上	11,000～16,000
新潟	エンレイ		5 下	9,000
			6 上	13,000
			6 中	15,000
			6 下	18,000
三重	フクユタカ		6 下～7 上	7,000
兵庫	丹波黒	移植栽培	5 末～6 上(移植 2 週後)	13,000～28,000
	サチユタカ	県北部	6 中～6 下	12,000
		県南部	6 下～7 上	12,000
佐賀	フクユタカ	早播き	6 中～6 下	7,000～8,000
		標準	7 上～7 中	10,000～20,000
		遅播き	7 下～8 上	25,000～50,000

(関係県の大豆栽培指針等より作成)

有機栽培では遺伝子組換え種子の使用を認めていないので留意する。遺伝子組換え大豆は、現在日本では普及していないが、海外ではラウンドアップレディー（モンサント）以外にも高オレイン酸大豆などいくつかの品種が育成されており、広範囲に普及している（（独）農研機構作物研究所 2011）。

①生態型

大豆の生態型は、日本では開花までの日数の長短と結実日数（開花から成熟期に達するまでの日数）の長短によって9群に分類する方法（福井ら 1951）が利用されている。この分類では、開花までの日数は、極短（約 60 日、I 型）～長（約 100 日以上、V 型）の 5 段階に、結実日数は短（約 60 日以下、a 型）～長（約 80 日以上、c 型）の 3 段階に区分し、両者を組み合わせて品種の早晩性を示している（表 I-6）。

生態型 I～II の品種群は概して感光性が弱く、温度によって開花が促進される。このため生育可能日数が短い北海道～東北北部での利用が多いほか、九州南部や関東南部等の暖地では干害や虫害対策として早播（夏大豆）に利用されてきた。

一方、生態型 V の品種群は感光性が強く、生育期間も長いいため温暖な地域の晩播（秋大豆）で多く利用されてきた。

近年広域に普及した品種では、「フクユタカ」は IV c で関東南部～九州の温暖な気候で、「エンレイ」、「タチナガハ」は II c で東北～北陸、東山等の比較的冷涼な気候での作付けが多い。

②抵抗性

品種の持つ抵抗性は、大別して環境抵抗性と病虫害抵抗性に分けられる。環境抵抗性は耐冷性や耐湿性、耐干性、耐倒伏性など、主に地域の栽培環境に対する抵抗性であり、病虫害抵抗性は大豆栽培で特に重要視されるダイズモザイク病、わい化病、茎疫病（レース I、レース II）、紫斑病、ダイズシストセンチュウに対する抵抗性である。

環境抵抗性については、耐冷性は主に障害型冷害（5.1）-（1）-⑧参照）に品種間差が認められているので、北海道～東北地方の太平洋岸の冷害が懸念される地域では有効とされている。耐湿性や耐干性は品種間で強弱があるものの絶対的な指標はなく、比較的成績が良い品種を指し

表 I-6 開花までの日数と結実日数の長短による大豆品種の適合地域
(福井ら、1951)

生態型	開花までの日数	結実日数	主な栽培地域
I a	極短	短	北海道
I b	極短	中	北海道
II a	短	短	東北北部
II b	短	中	東北全域
II c	短	長	東北全域、北陸、関東、東山
III b	中	中	東北中南部、北陸、関東、東山、近畿
III c	中	長	関東、東海、近畿、中国、四国、九州
IV c	長	長	関東南部、東海、近畿、中国、四国、九州
V c	極長	長	九州

注：生態型は、開花までの日数による I (約 60 日)、II (約 70 日)、III (約 80 日)、IV (約 90 日)、V (100 日以上) 型の区分と、結実日数による a (約 60 日以下)、b (約 60～80 日)、c (約 80 日以上) 型の区分を組み合わせることにより、9 つの生態型に区分されている。

ている。

有機栽培でも密植型の栽培や台風等の影響で倒伏することもあるので、汎用コンバインによる機械収穫で倒伏が懸念される場合は耐倒伏性品種を選択する必要がある。

病虫害抵抗性は、耐病性ではモザイク病、わい化病、紫斑病、茎疫病等に、耐虫性では線虫類特にダイズシストセンチュウに対する抵抗性育種が進んでいる。ただし、モザイク病については発病をほぼ抑える品種（スズユタカ）があるが、その他の病害やシストセンチュウについては相対的な強弱（発病が比較的少ないか、発病しても減収幅が小さい）であるので、抵抗性品種とはいえ過度に依存しないようにしたい。

以上のように、大豆品種の持つ環境や病虫害に対する抵抗性は相対的なものが多く、また、栽培条件によっても強弱が異なる。まずは有機大豆作の基本技術の上に立って、栽培上の問題になるようであれば、強弱の指標として抵抗性品種の導入を検討する方が良い。

③用途

国産大豆の用途で最も多いのは豆腐で、次いで味噌・醤油、納豆であり、煮豆用は割と少ない。また油脂製造はほぼ輸入に頼っている。大豆はタンパク質 35.3%、糖質 19%、脂質 28.2%、灰分 5% を含む（日本食品標準成分表 五訂）とされるが、

これらの含有率は品種によってもかなり異なる。また、粒の大きさ、種皮の色や厚さ、臍の色なども各々の品種固有の特徴がある。こうした品種の成分や形質の違いに対する利用上の要望から、各品種の適する用途が自ずと決まっている。

豆腐製造には、タンパク質含量が高いほど歩留りが良く、奨励品種の多くが適応している。また、糖を含む炭水化物が多いと豆腐が柔らかく、甘み、風味が高くなると言われている。味噌製造には、色調の良い黄色粒または黄白色の大粒で、臍の色が淡い品種が好まれる。納豆製造にはオリゴ糖（スタキオース、ラフィノース）が多い極小粒～小粒の品種が好まれるが、中粒種を砕いて利用（挽き割り納豆）する場合もある。

また、近年は健康志向からポリフェノールの高い黒大豆を使った有機黒大豆納豆などの商品も開発されている。煮豆ではショ糖の高い大粒～極大粒種が好まれ、臍の色が淡い黄色～黄白色の品種が主流であるが、黒色（黒豆）や緑色（浸しマメ）の大粒種など、地域の食文化と結びついた在来種の利用も多い。

(2) 日本の品種

日本の大豆品種は、県での育成品種などもあるが、歴史的に見ても国の研究機関（現（独）農研機構）で育成された品種が多く（146 品種）、

全作付面積の87%は農林登録された品種で占められている。このうち、全国的に作付面積の多い品種は、多い方から「フクユタカ」、「エンレイ」、「タチナガハ」、「リュウホウ」、「ユキホマレ」(2008年度)で、全体の57%に及ぶ。在来品種では「ミヤギシロメ(3.3%)」、「丹波黒(2.2%)」、「納豆小粒(1.6%)」となっている(農林水産省2005)。

2) 圃場の選定・準備と土づくり

(1) 栽培に適する圃場

大豆栽培の要点は、発芽・苗立ちが揃うこと、開花期以降の養水分吸収が可能なこと、根粒菌の活性を高く維持できることに加えて、雑草との競合を回避しやすいこと、病害虫が発生しにくいことである。圃場を選定する際にはこのような条件を満たす圃場の選定が望ましい。

発芽・苗立ちが不揃いになる大きな原因は、発芽時の過湿や過乾燥であり、播種期が梅雨と重なりやすい東北以南の特に水田では暗渠排水が整備され、圃場内に明渠の排水溝を設置した透・排水性の良い圃場を選ぶことが望ましい。

排水が悪い圃場では、播種やその後の中耕等の雑草抑制対策が適期に行いにくく、茎疫病や蝶蛾類等の病害虫の発生が多くなることが経験的にも知られている。

地下水位が40cm以下で地表面が乾燥する圃場条件が望ましいが、水田転作大豆ではこのような条件を有する圃場の選択が難しいので、重粘土壌や降雨後の表面排水が迅速に行えない圃場への作付けを行わざるを得ないことも多く、低収の大きな要因になっている。一方、北海道や東北北部で問題となる播種時の過乾燥については、碎土性が良くクラストを形成しにくい土壌での作付けが望まれる。

大豆の生育は、地力によって大きく異なり、概して全炭素や全窒素、可給態窒素が高い圃場で収量性が高い。また、大豆の養分吸収は1番花の開花以降に急激に増加するので、この時期にリン酸や塩基類が不足しないよう、ある程度土づくりが進んだ圃場が適している。また、開花期以降は

降水量を上回る水分が必要で、地下水位が低く乾燥する圃場では畝間灌水や畑地灌漑が必要である。

雑草や病害虫の発生は、通常連作によって増加するので、適度な田畑輪換が行われている圃場や他作物との輪作が組まれている圃場での作付けが望ましい。病害虫や鳥害は、まとまって作付けしている地域より、水田地帯の水稻に囲まれた地域が被害の発生が少ない。

大豆は発芽さえ揃えば、その後の生育はそれほど問題なく生長し、登熟に至るが、機械の効率的な作業等も考慮した圃場の選定が望ましい。

(2) 圃場条件の違いと大豆の生育

大豆の生育は、圃場の持つ様々な特性により変化する。圃場条件の違いによる大豆生育への影響は以下の通りである。

① 土壌型による違い

大豆の生産性は土壌の母材によっても異なり、花崗岩土壌が最も適している。沖積土壌と洪積土壌を比べると、発芽は洪積土壌の方が良好で、茎長も長くなる。沖積土壌では分枝が多く、根が太く短くなり、支根は比較的表層に多くなるため倒伏や蔓化の傾向は少なく、生育後期の養分吸収が旺盛な“あとまじりの”な生育をする。火山灰土壌はリン酸吸収係数が高く、相対的に低収であるとされている。

また、いずれの土壌でも堆肥の施用で土づくりが進み収量差を小さくできるが、施用効果は花崗岩土や沖積土に比べて火山灰土でより大きい(図I-11)。

② 水田畑利用と田畑輪換

大豆は「畑の肉」と呼ばれているように、かつて畑地での生産が主流であったが、平成22年時点では我が国の大豆作の85%(北海道では57%)が水田の畑利用の形で転作として作付けされている。この中では水田機能を保持したまま畑利用を行う水田の利用方式が中心であり、畑作物を生産し続ける水田(転換畑)と水稻との交互利用を行っている土地利用方式(田畑輪換という)

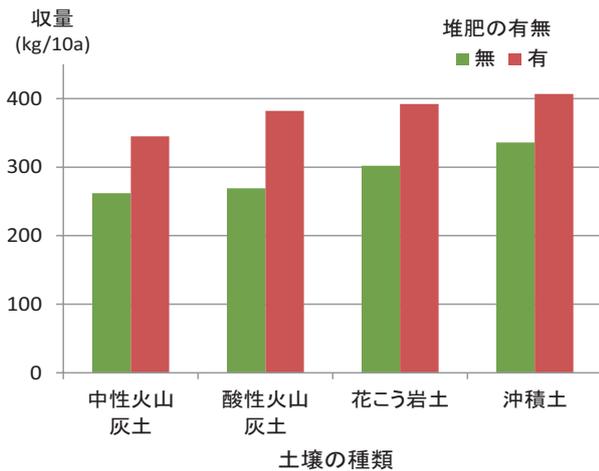


図 I - 11 土壌の種類、堆肥の有無と収量の関係 (青森県 2007)

注：品種：ライデン、栽植密度 16,000 株/10a。
堆肥有りは 4,000kg/10a 施用。
昭和 42 年～ 45 年平均単収

に分かれている。後者では圃場単位で田畑輪換を行っているタイプが多いが、地域ぐるみで集团的、計画的土地利用により、転作の公平性や排水条件を確保する観点からブロックローテーション方式による転作団地化を図っている方式も 2 割ある。

水田を一時的に転換畑として利用する方式は、ブロックローテーション方式を含む排水対策によって湿害を回避できれば、水分要求度が高い開花期以降の保水や灌水も容易である上に、基盤整備が進んでいるので機械化作業による省力化も図れ、畑作大豆に比べ収量面でも労働生産性の面でも優れている。

大豆は 3 年以上の連作によって収量が低下するとされており、このことは転換畑であっても同様である。連作期間が長くなる影響は、ダイズシストセンチュウや立枯性病害、紫斑病などの病害虫や雑草の増加に加え、土壌中の可給態窒素（培養窒素）等の減少によることが指摘されている（図 I - 12）。

以上のことから、有機栽培において田畑輪換は大豆作にも水稲作にも有利であり、大豆作では雑草の抑止や病害虫回避、地力維持が期待できる。田畑輪換の期間は一定していないが、概ね水稲 2～3 作に大豆 1～2 作程度（排水性のよい地域

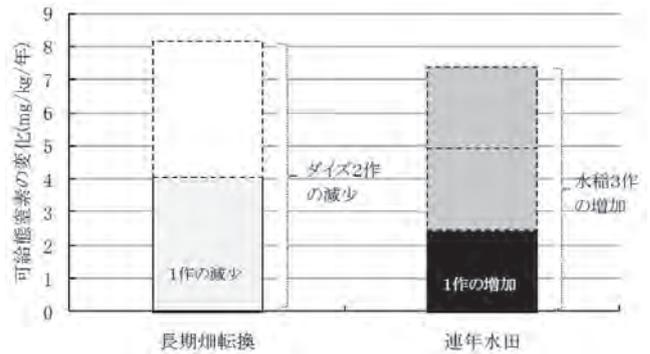


図 I - 12 田畑輪換の繰り返しに伴う土壌中の可給態窒素の変化

((独)農研機構東北農業研究センター 2009)

注：稲わら堆肥 2t/10a 連用下で、長期畑転換（1982～1999 年）におけるダイズ作期間中に減少した作土の可給態窒素と同期間に連年水田で増加した可給態窒素。

可給態窒素の変化量は 1999 年栽培後の可給態窒素から 1982 年栽培前の可給態窒素を減じて年数（18 年）で除して求めた。稲わら堆肥の窒素含有率は平均で現物当たり 0.5%、炭素含有率は 6.8%。

では隔年で作付けている事例もある）で、畑地期間が 50%を越えないようにする（表 I - 7）とともに、転換に際しては排水対策を徹底するように留意する。

③畑地での輪作

畑大豆が多い北海道の道東、道北では、大豆は輪作体系で作付けられることが多い。また、転作畑として長期間畑地利用をしている場合は畑地とみなす必要がある。

府県の畑地でも大豆－麦類、緑肥－大豆などの 1 年 2 作体系で長期間安定的な収量を上げている有機栽培の事例がある。この場合大豆への施肥は大豆栽培当初の 3、4 年後以降からは原則として行われていないが、前後作への堆肥または鶏糞を元肥として入れるほか、長年にわたり圃場内の作物の茎葉は全て同じ圃場へ還元するなどの

表 I - 7 類型別の輪作体系の代表事例

	1年目		2年目		3年目		4年目	
	夏秋	冬春	夏秋	冬春	夏秋	冬春	夏秋	冬春
寒冷地	大豆		水稲		水稲	小麦	緑肥	
寒冷地	大豆		水稲					
中間地	大豆	大麦	水稲	小麦				
中間地	大豆		水稲		水稲		水稲	麦
温暖地	大豆	小麦	水稲	小麦	水稲	小麦		

地力保全策がとられている。このためか、地力低下による単収低下は起きておらず、雑草害も病虫害も気にならない程度に抑えられており、栽培者は土づくりによる圃場生態系の変化による効果ではないかとみている。

畑地での大豆作付けに当たっては、必ず輪作体系を組む必要があるが、前出のように畑地では地力の低下が著しいので、イネ科作物を取り入れた輪作体系が望ましい。イネ科作物は圃場への残渣還元量が多く、地力維持に有効である。また、輪作にタマネギやビート、ニンジン等だけを取り入れる場合は、有機物残渣が少ないので必ず堆肥等を連用しなければならない。

イネ科作物はVA菌根菌との相性が良く、土壌や施肥体系にもよるが、概して大豆の前作には麦類、トウモロコシ、陸稲、サツマイモなどが適しているとされている。VA菌根菌の非宿主であるアブラナ科、タデ科、アカザ科作物跡地や休閑地では、VA菌根菌の密度が低下して大豆のリン酸等養分吸収が抑えられて生育、収量が低下すると言われている（農林統計協会 2002 b）。

大豆の連作はダイズシストセンチュウを増加させるが、非宿主作物の作付けはダイズシストセンチュウ密度の軽減に効果が高い。センチュウ被害が発生している圃場に4年間以上非宿主作物を作付けると安定した効果が見られるとされている。なお、越冬期にダイズシストセンチュウの拮抗作物として赤クローバを作付けるとセンチュウ密度が低下することが報告されている（図I-13）。

(3) 圃場の排水性の改善

（「II. 有機大豆作の栽培技術解説」参照）

有機大豆作では、しばしば雑草問題と害虫問題への対応が最も大きい問題とされているが、その根源に遡れば、圃場の排水問題に行きつくケースが多い。圃場の透・排水対策は非常に重要であり、大豆以上に湿害に弱い裏作麦類にも共通する問題である。

①望ましい土壌水分

大豆の播種に当たっては、最大容水量の70%

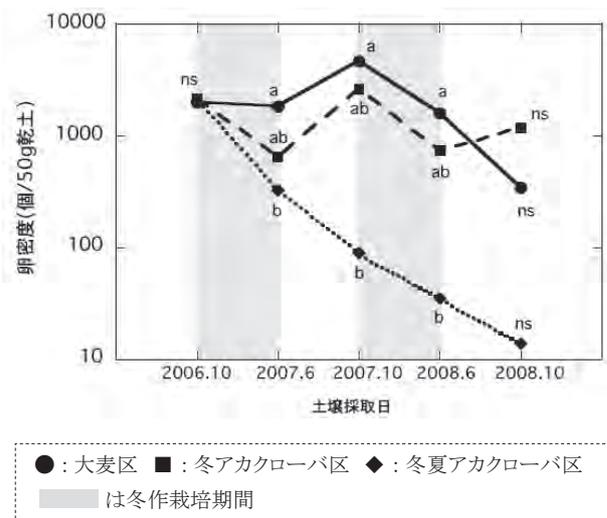


図 I - 13 ダイズシストセンチュウ卵密度の推移（田澤ら2009）

以下（84%では発芽率は50%以下）の条件が必要であるとされている。土壌が過湿であると発芽に要する酸素が不足するほか、種子から栄養分が流失して雑菌が繁殖し、発芽率が著しく低下するためである。また、過湿条件下で播種をすると急激な吸水によって種子そのものの崩壊が起こることもある。これら播種時の過湿によって発芽率は大きく低下し、発芽・苗立ちの揃いを著しく阻害する。

一方、大豆は開花から40~50日頃に多量の水を必要とする。この時期に乾燥が続くと、大豆体内の水分が不足して落莢や子実の肥大低下によって著しく減収する。そのため、灌水などの対策が必要になるが、この時期に地下水位が40cm前後であれば灌水の必要はないとされている。

②排水不良になる原因と対策

排水不良の圃場では、概して大豆の発芽、生育が不良になり、また、雑草や病虫害の発生も多いので有機栽培には向かない。排水が悪い要因は地形的、耕種管理的、土壌的な要因など様々であるが、以下のような場合は大豆以外の作物を作付けるか、徹底した排水対策が必要になる。

地形的に圃場が周囲の土地より低位にある場合（山際や窪地、低湿地、棚田の下段等）には、必然的に地下水位が高く、降雨や周囲の水田からの漏水や伏流水が流入するので、湿気が高い状態が続きやすい。このような圃場では、暗渠を

密に配置し明渠も設置し、自然排水ができない場合はさらにポンプ排水を行い地下水位を低下させる必要がある。

耕種管理では、転換畑は水田利用時の耕盤が破壊されていないので排水性が低下している。大豆の根は土壤への貫入性が高いが、硬度 20mm 以上（山中式硬度計、コーンペネトロメータでは 1.5MPa 以上）の耕盤があると根の伸張が阻害される。また、耕盤が水の上下移動を抑えるので透水性が悪くなることから、心土破碎や弾丸暗渠等で破壊する必要がある。ただし、短期間のサイクルで田畑輪換を行う場合は、耕盤を全部破壊せず部分破壊でないと、水田に戻した時に透水性が大きくなり過ぎて稲作への影響を与えるので留意する必要がある。

土壤面では、粒子の細かい粘土質土壤（いわゆる重粘土壤）やシルト質土壤では透水性が悪く、特に転作畑ではこうした土壤が多いことから、有機物等の施用による物理性の改良のほか、播種に先立って土壤の碎土をていねいに行う必要がある、碎土に適した機械を使った耕起を行う必要がある。

③圃場の過湿対策

圃場が過湿になる転作畑は、概して地下水位が高いことや、土壤中の粘土含量が多いことから透水性が悪く、特に転換初年目は地表に粘土が集積している上に、耕盤が残っていて湿害を誘発

しやすく、碎土が困難な場合が多い。このため、暗渠排水施設を設置し圃場全体の地下水位を下げるのが望ましい。近年は暗渠施設を活用して地下水位を調節する地下灌漑方式が開発され、効果を上げている（Ⅱ「有機大豆作の技術解説」参照）。

簡易な排水方法としては、額縁明渠または圃場内明渠や弾丸暗渠の施工がある。近年は弾丸暗渠内を刳殻で埋める刳殻充填やシードパイプ式等のものがあり、機械施工で比較的簡単に設置することができる。

北海道は気象条件、地形条件、土壤の特性から土壤の透・排水性に問題を抱えていることから、土壤の透・排水性を向上させるためのチェックリストと対策を提示している（図 I - 14）。

また、愛知県西三河の指導（JA あいち中央「平成 15 年度大豆栽培こよみ」、水稻・大豆 2 毛作の洪積世土壤）では、明渠は 6～10 m 間隔に設置し、弾丸暗渠は明渠に直交する方向に 2～4 m 間隔で、深さは 25～30cm で弾丸暗渠の排水口が明渠と直交するように（排水できるように）設置することとされ、明渠と簡易暗渠の接続を確実に行うこと、明渠からの隣接圃場への漏水防止のためにトラクター等で踏み固めること、圃場外への排水路を確保するなど留意して実施する必要があるとしている。また、明渠掘削残土の処理や水田



写真 I - 4 弾丸暗渠の施工例（サブソイラー施工）
（提供：(財)自然農法センター）



写真 I - 5 地下灌漑施設を施工した圃場での
水稻と大豆の様子（1 年毎に水稻と
大豆を交互に作付け）
（提供：福士武造氏）

●ほ場管理を見直してみよう

- ・ほ場の配置に問題はありませんか。
- ・耕起、砕土・整地、うね立て・中耕・培土、有機物施用を検討してみよう。
- ・暗きよ、明きよが効いているか確認しよう。

●大雨の後や長雨、融雪期などにほ場表面に水が溜まっていませんか？

- ・まずは、ほ場内作溝明きよを検討しよう。
- ・場合によっては、枕地などへの客土、ほ場の傾斜均平化、穿孔暗きよを検討しよう。

●耕盤層が形成されていませんか？

<耕盤層のチェック方法>

山中式土壌硬度計で硬度 20mm 以上、貫入式土壌硬度計（コーンペネトロメーター）で 1.5MPa 以上だと耕盤層と判断します。器具がない時の判断の目安は、土壌断面に親指が入らない程度の硬さです。耕盤層は、プラウ耕起深直下に見られる場合が多く、耕盤層が形成されていると、透水性が劣るのみならず、根が十分に伸びることができません。

- ・補助暗きよ①心土破碎、②広幅型心土破碎を施工しよう。

●下層土の透排水性を確認しよう

<下層土の透排水性のチェック方法>

ほ場を深さ 50cm 程度まで掘って、土壌断面を見てみましょう。

赤い鉄さび色の斑紋がある（場合によってはさび臭い）、青白い斑紋（グライ斑）がありドブ臭い、泥炭層がある、などの場合は、排水不良、地下水位が高い可能性があります。

- ・補助暗きよ（①心土破碎、②広幅型心土破碎、③モミガラ暗きよ等）を施工しよう。
- ・暗きよが効いていない、暗きよがない場合は、カッティングドレーン工法、基盤整備工事による改善対策を検討しよう。

図Ⅱ-14 土壌の透排水性を向上させるためのチェックと対策

（北海道中央農試 2009）

用時の圃場均平なども考慮しておく必要がある。

（4）圃場の準備と土づくり

大豆栽培を始める際には、まず圃場の透・排水性を確保する必要がある。大豆は開花期以降に水分要求度が高くなるものの、その他の時期や特に発芽時には湿害を受けやすい。排水不良圃場では大豆の発芽揃いが悪いだけでなく、雑草や病害虫の発生も多くなる。また、有機物施用による異常還元が起きやすく、ヘアリーベッチ等の緑肥を用いる場合も発芽や生育が阻害されることがある。

圃場の排水性の改善には、プラウ耕や心土破碎、簡易明渠（額縁明渠）や弾丸暗渠の施工など比較的容易に実施できる方法と、暗渠の敷設や

客土のように大がかりな土木工事を伴うが一旦行くと恒常的に圃場の排水性を改善する方法があり、その方法は慣行栽培の場合と同様に行えばよい。

なお、(独)農研機構北陸研究センターが重粘土転換畑の多い北陸地域での一般的な排水対策についてホームページで技術紹介を行っており参考になる（表Ⅰ-8、図Ⅰ-15）（「北陸地域における大豆栽培マニュアル」HP: <http://narc.naro.affrc.go.jp/inada/pub/daizu/start.htm>）。

大豆は開花期以降の生育後期に多くの窒素を吸収する性質がある（図Ⅰ-16）。有機栽培では有機質肥料による追肥が考えられるが、大豆の地上部が繁茂しているので、必要量を有機質肥料だけで補うことは難しい。従って、大豆の有機栽培

表 I - 8 転換畑の排水技術

排水の種類		排水の方法		備考
地域排水	自然排水	排水路		
	機械排水	ポンプ施設		
圃場排水	地表排水	排水口		
		排水小溝		
		田面・耕盤の均平		
		田面の傾斜		
		畦立て栽培		
	地下排水	本暗渠	暗渠管	合成樹脂管・素焼土管等
			疎水材	籾殻、採石、砂利、貝殻等
補助暗渠		弾丸暗渠		
		心土破碎		
		簡易暗渠		

(独)農研機構北陸研究センター HP

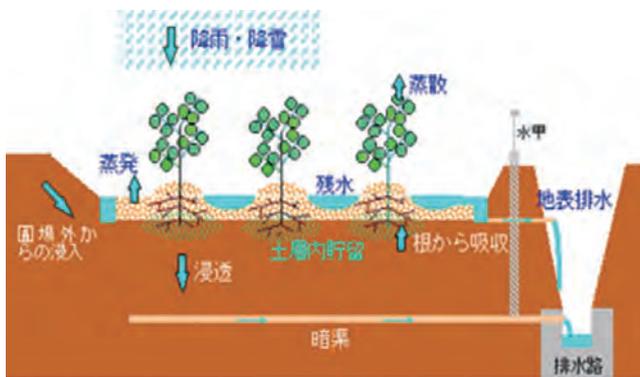


図 I - 15 転換畑の水移動

((独)農研機構北陸研究センター HP)

培では、地力を高める土づくりが肝心となる。土づくりを行う過程では土壌分析を行い、地力の診断を行うと効果的である。

大豆が吸収する窒素の40~50%は地力（窒素肥沃度）に依存しており、根粒菌による窒素供給と合わせると、ほぼ90%に達するとされている。施肥による窒素の吸収は全吸収量の10%程度に過ぎない。このことから、大豆栽培の土づくりは作物残渣や堆肥等の有機物連用を前提に行う必要がある。

慣行栽培から有機大豆作へ転換する場合や、遊休地で栽培を開始する当初は、堆肥3~5t/10aを3~4年程度は投入することが望ましい。ただし、その後は1t/10a程度とし、地力が向上すれば茎葉を持ち出して、大豆の茎葉の過繁茂を抑えている例もある。

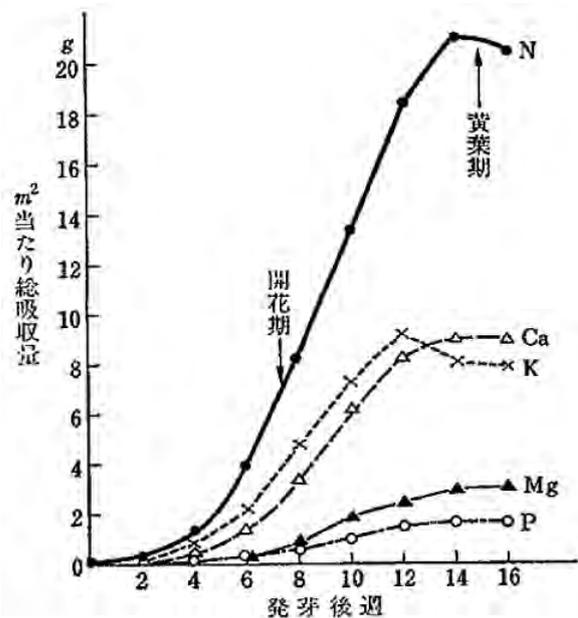


図 I - 16 生育各期の要素別総吸収量

(農文協農業技術大系 2000)

転作大豆は、東北や北陸、山間地では年1作、東海や九州等の温暖な地域では水稻に麦を含めた2年3作あるいは1年2作の田畑輪換が行われている。転作による大豆作では、前作の水稻や麦に対する有機物施用や施肥時に大豆のための土づくりを合わせて行うと合理的である。1年2作や2年3作の作付けを行っている圃場では、地力窒素の消費が大きいので、堆肥等の有機質資材の増施が必要になる。

大豆は総じて塩基類が多く、リン酸吸収係数が低い土壤で生産性が高い。大豆の成分吸収量は

他の作物に比べて高く（図 I-17）、子実 100kg を生産するためには、概ね窒素 8～10kg、リン酸 1～2kg、加里 3～3.5kg、石灰 2.5～3kg、苦土 1kg、硫黄 0.7kg その他、塩素、鉄、マンガン、亜鉛、銅、ホウ素、モリブデン、コバルトが必要とされている（農林統計協会 2002c）。

土壌の最適 pH は 6.0～6.5 とされるが、これは pH そのものより石灰の供給が関与しているためと言われている。

吸収された窒素とリン酸は子実と葉身に、カリウムは特に葉柄に、カルシウムは葉身と葉柄に、マグネシウムは葉柄、莢殻に多く含まれる。子実肥大期に窒素とリン酸が不足すると子実の肥大が低下する。

これまでに水稲、麦等の残渣や堆肥等、地力の維持増進のための有機物が経年施用されてきた圃場では、大豆栽培における施肥は基本的に必

要なく、現実に施肥を行っている事例はほとんど見られなかった。ただし、水田転換畑等の圃場では pH が低下していることがあり、このような場合には pH 矯正に必要な量の石灰や苦土を施用する必要がある。また、黒ボク土のようにリン酸吸収係数が高い土壌では、土壌診断値に基づき必要に応じてグアノ系リン酸や溶成リン肥を堆肥施用時に施用しておくといよい（表 I-9）。

また、大豆は加里の吸収が多く、加里が不足すると矮化や着花・着莢数が減少し、登熟が悪くなることがある。有機栽培の圃場は概して加里過剰の傾向があることが報告されているが、大豆は吸収した加里の約 50% が子実に固定されて持ち出されることから、必要に応じてヤシガラや草木灰等の利用を考える。なお、家畜糞の中では乳牛糞の加里含量が高いので、地力維持と併せて利用することも有効である。

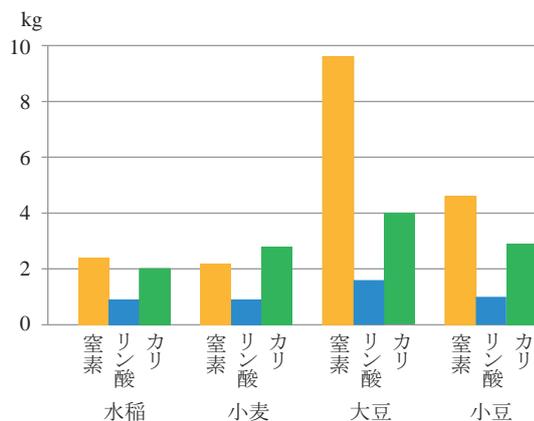


図 I-17 水稲、小麦、大豆、小豆 100kg に必要な養分吸収量

（「稲・麦・大豆作指導指針 2011」(兵庫県農政環境部) をもとに作図)

3) 施肥管理

(1) 元肥

大豆は「痩せ地で育つ」イメージが強いが、吸収する窒素の大半は地力窒素と根粒菌による固定窒素に依存している。無機態窒素の施肥効果は 10% 程度と低いので、有機栽培でも初期生育が大きく劣ることはない。むしろ元肥窒素が過剰になると、根粒菌の着生が阻害されることが指摘されている。

このため、有機大豆作では、播種前に窒素施肥を目的とした有機質肥料の施用は、一部の寒冷地を除いて必要ない（表 I-10）。リン酸や加里は、必要に応じて土づくりの一環として施用され

表 I-9 可給態リン酸量とリン酸質土づくり肥料施用量の目安（滋賀県 2008）

可給態リン酸分析値	リン酸質土づくり肥料名と施用量の目安(注 1)	
	pH6.5 未満の場合	pH6.5 以上の場合
10mg/100g 以下	ようりん 60kg/10a	重焼りん 40kg/10a(注 2)
10～30mg/100g	ようりん 30kg/10a	重焼りん 20kg/10a(注 2)
30mg/100g 以上	リン酸質土づくり肥料は施用しなくてもよい	

注 1：黒ボクなどのリン酸吸収係数が 1,000 を超えるような土壌では、表中の施用量の倍量を施用する。

注 2：置換性苦土が少ない場合は、苦土重焼リンを用いる。

表 I - 10 寒地と温暖地における無施肥栽培における施肥区との収量比

地域	寒地		温暖地		
試験期間	昭和 4～23 年	昭和 35 年	昭和 54～58 年	平成 15 年	平成 16 年
施肥区との収量比 (%)	90	72	97	91	83

注:寒地は北海道立十勝農試、早来火山灰研究室、温暖地は佐賀県農試における試験結果より作表

ていればよい。これは、大豆栽培歴の長い圃場では地力が高まっていること、水稻との輪換を行っている圃場では畑転換後に地力窒素の放出（乾土効果）が見られるからである。

ただし、北海道や東北北部の寒冷地では気候や土壌特性から十分な活性を引き出せない場合が多く、開花・結莢までの限られた期間に節数を確保する必要がある。寒冷地では元肥に窒素を施用することで初期生育が改善され、冷害を受けにくくなる。そのため、一般でも 2～3kg/10a 程度の窒素を施用している。しかし、有機質肥料は化学肥料と異なり肥効の発現が遅いため、化学肥料と同時期に施用をしても施肥効果は期待できない。むしろ未熟な有機物は、施用後に土中で再分解が起こる際にタネバエの発生を誘発するので注意する必要がある（写真 I - 6）。

元肥に有機質肥料を施用する場合は、予め有機質肥料を浅層（5cm 弱）に混和し、一次分解が終わってから（窪地等の湿気った箇所）に菌糸が発生した後）再度全層に鋤込む。ただし、融雪から播種までの期間が短く十分な時間をとることが難しい場合は、発芽揃い後の早い時期に大豆の



写真 I - 6 タネバエで発芽できなかった大豆

上から播種条を中心に有機質肥料を散布し、玉カルチ等で表層に浅く混和するとよい（写真 I - 7、I - 8）。

有機質肥料はナタネ粕や魚粕が使用されることが多いが、米糠等と合わせてボカシにして使用したり、米糠にフィッシュソリブル（魚液肥）を添加した市販資材が使用できる。施用量は 40～60kg/10a（N5%として 2～3kg/10a 相当）が目安になる。また、タネバエを誘発しない有機物等の



写真 I - 7 大豆畑へのボカシ追肥
(提供：早川仁史氏)



写真 I - 8 玉カルチによるボカシの混和作業
(提供：早川仁史氏)

施用方法として、播種 1 カ月前に発酵鶏ふんをプラウ耕で深層施用（約 35cm の深さ）する方法が岩手県農業研究センターで開発されている。

(2) 追肥

追肥は根粒菌の活性が一時的に低下する開花期以降 1 カ月程度の期間の窒素供給のために行う。そのため、地力窒素の供給量が少ない圃場や麦作跡地のほか、排水不良等で根粒菌の着生が少ない圃場では追肥効果が高い（表 I-11）。その反面、地力窒素の放出が多ければ追肥の必要性は小さく、追肥をせずに収量が 300kg/10a を越える場合には追肥の効果は判然としない。

大豆の収量は、いわゆる秋まきり型の生育で高く、開花期以降に供給される窒素の多寡に大きく影響される。有機栽培を始める際に、有機物施用と土壤改良を行ってきた地力の高い圃場を選択する必要があるのはこのためであり、栄養生長が盛んで多収例の多い暖地では追肥の効果は低く、逆に北海道では高い（農林統計協会 2002d）。

大豆栽培での追肥効果には諸説あり、かつて泥炭土壌が多い北海道岩見沢近郊（新篠津村）は大豆の多収地域とされ、泥炭が夏季に分解して地力窒素の放出が多くなることをヒントに十勝地方で開花期追肥技術が考案され、大豆増産に寄与した。一方で、追肥が地力発現の効果を代替できるかは不明である、ともされている。

一般に、開花期の追肥によって落莢が減少し、莢数が増加するとされているが、有機栽培では通常追肥を行っていない。有機栽培でも、易分解性のボカシやナタネ粕を用いた追肥は考えられる

が、有機物施用とともに緑肥作物等の活用による積極的な地力の培養を図っている例が多い。

4) 播種

（「Ⅱ. 有機大豆作の栽培技術解説」参照）

(1) 播種の時期と方法

① 播種の時期

大豆の栽培には積算気温 2,000℃（日平均気温 12℃以上）が必要とされ、播種には地温 10℃以上が必要である。また霜害には弱い。そのため、適温期間の短い寒地や寒冷地では播種期の幅が限られ、雪解け後の早い時期に播種をする必要がある。一方、適温期間が長い温暖地では、前後作の影響がなければ播種期の幅は極めて広いが、梅雨による播種作業の遅延や過繁茂、病害虫、台風等の影響を考慮すると、播種期はかなり限定されている。

大豆は早播きほど生育量が大きくなるが、品種によっては過繁茂や倒伏により減収することもある。四国南部や九州では早播きしても栄養生長が過剰にならない極早生品種を「夏大豆」として使用してきたが、近年は 6 月下旬から 7 月中旬に播種する「秋大豆」が主流となり、夏大豆はほとんど見られなくなった。

大豆の播種適期は地域毎に検討されている（表 I-12）。神奈川県平坦地では、ダイズサヤマバエは 6 月上旬播種より 7 月上～中旬播種で、カメムシは 6 月上旬播種より 6 月中旬～7 月上旬播種で被害が少なくなった。また、近畿から瀬戸内地方では、標準播種期の 6 月上旬～7 月上旬を外して、食葉害虫やダイズサヤマバエの少な

表 I-11 タマホマレと T201（根粒菌非着生品種）の子実収量に対する開花期窒素追肥の効果

土壌・土性	T201			タマホマレ		
	無追肥	追肥	無追肥との比	無追肥	追肥	無追肥との比
1 壤土	110±7	246±12	224	433±32	511±18	118
2 壤土	73±5	177±47	242	427±20	456±2	107
3 シルト質埴壤土	92±23	206±11	224	345±37	402±11	117
4 黒ボク壤土	120±6	214±15	178	412±22	437±4	106

注：1～3 は灰色低地土、±は標準偏差（中野ら 1989）

表 I - 12 地域ごとの播種期の幅 (各道県指針より作表)

道県	代表品種	播種時期	播種限界
北海道	ユキホマレ	5 中～5 下	5/31～6/5
青森	おおすず	普通栽培	6/10
		狭畝栽培	7/25
宮城	ミヤギシロメ	5 下～6 上	6/15
	ダンレイ	5 下～7 上	普通栽培 7/5 狭畝栽培 7/20
福島	タチナガハ	6 上	7/10
	スズユタカ	6 上	7/10
新潟	エンレイ	5 下～6 中	6/20
	あやこがね	6 上～6 中	6/20
三重	フクユタカ	7 上	8/10
福岡	フクユタカ	普通栽培	7/30
		狭畝栽培	8/10
宮崎	フクユタカ	夏大豆	7/30～8/20
		秋大豆	

い梅雨明け後の早い時期の播種(密播)も提唱されている。九州では、夏大豆の開花期が6月中旬以降になると、秋大豆では開花期が8月中旬までになると、カメムシ類の被害が急増し、7月上旬までの播種は無防除区で収穫皆無になる場合がある、とされている。

以上のように、播種期は病虫害の発生とも関係が深いので、地域の慣行栽培の播種期を参考にして時期を決定する。

② 栽植密度

有機栽培では、広範な根群による土壌からの養分吸収と、日当たりと通換気の良い群落によって、作物体の健全な生育を図りながら光合成を高める必要がある。ただし、品種によっては個体収量の増加に限界があるので、まずは地域の慣行栽培に準じた栽植密度で栽培しながら、増収を図るようにする。

大豆栽培では、開花期以降の茎葉の伸張により過繁茂になりやすいので、地域の天候や土壌の肥沃度、品種、機械作業等に応じて栽植密度を加減することが望ましい。総じて晩播等で生育期間が短い場合や土壌の肥沃度が低い場合には、早生品種等では密播の方が莢数を確保しやすい。

大豆の草姿は、疎植栽培では節間が詰まったずんぐりした草姿になるが、密植になるほど節間が伸びて蔓状の草姿になり、着莢位置も高くなって機械収穫に適するようになる(図 I - 18)。反面、倒伏の危険が高まり、収穫ロスの増加や品質低下も起きやすいので留意する。有機栽培では節間伸張が短い傾向があるので、機械収穫では播種密度をやや高めにし、節間を伸ばすと良い。

一般に、栽植密度は立毛個体で 10,000～20,000/10a を目安として、地域、品種、播種時期によって増減する。例えば、青森県では「おおすず」は5月上旬～下旬播種で 18,000～20,000 本/10a(畦幅 65～75cm)、「スズカリ」は5月中旬播種で 12,000～14,000 本/10a(同 65～70cm) とされている(表 I - 13)。

③ 播種の方法

大豆は通常は播種機によって1株1～2粒で条播され、覆土の厚さは3～5cm程度である。

有機栽培では、施肥を伴わないので、播種の手順は耕起、整地、播種溝切り、種子播種、覆土、鎮圧になる。このうち、手押し等の播種機では播



図 I - 18 栽植密度の違いによる大豆の草姿

(独)農研機構作物研究所2010)

左から	6月播種	10本区	70cm×14cm	1本仕立て
	7月播種	20本区	70cm×14cm	2本仕立て
	7月播種	20本区	70cm×7cm	1本仕立て
	7月播種	22本区	45cm×10cm	1本仕立て
	7月播種	44本区	45cm×10cm	2本仕立て

表 I - 13 代表道県の品種・播種期別栽植密度（株/m²）の例
 （農林水産省及び関係道県 JA 資料より作成）

道県	品種	地域等	播種時期	条間	株間	栽植密度	
北海道	ユキホマレ	畑大豆	5 中～5 下	60	7	23.8	
		転作大豆	5 中～5 下	60	20	8.3	
青森	おおすず		5/15～25	70	15	9.5	
		オクシロメ	～5/14	70	30	4.8	
		5/15～25	70	25	5.7		
		5/26～	70	20	7.1		
	スズカリ	～5/14	70	30	4.8		
		5/15～25	70	25	5.7		
	5/26～	70	20	7.1			
岩手	ナンブシロメ	県北部	5/20～5/31	70	15～12	9.5～12	
		県中部	5/15～6/5	70	15～12	9.5～12	
		県南部	6/1～6/20	70	15～12	9.5～12	
	スズカリ	県北部	5/20～5/31	70	15～12	9.5～12	
		県中部	5/15～6/5	70	15～12	9.5～12	
		県南部	6/1～6/20	70	15～12	9.5～12	
	コスズ	県北部	5/20～5/25	70	10	14	
		県中部	5/15～5/31	70	10	14	
		県南部	6/1～6/15	70	12	12	
	鈴の音	県北部	5/20～6/5	70	7～5	20～28	
		県中部	5/15～6/10	70	7～5	20～28	
		県南部	6/1～6/30	70	10～7	14～20	
	南部黒平	県北部	5/20～5/31	70	30～20	4.8～7	
		県中部	5/15～5/31	70	30～20	4.8～7	
		県南部	6/1～6/20	70	30～20	4.8～7	
	茨城	タチナガハ 納豆小粒		6 下	60～70	10～15	11～16
				6 下～7 上	60	10～15	11～16
	新潟	エンレイ	ささかみ	6 上	60～90	11～17	10
6 中				60～90	7～11	15	
黒川村			5/25～6/25	75～85	10.7～12.1	11	
十日町			5 下	75～80	13～14	9	
			6 上	75～80	9～10	13	
新津さつき			5/25～6/10	70～90	11～14	10	
中条町			5 下～6 上	75	12	9～10	
北越後	5 下～6 上	75～85	10.7～12.1	11			
	6 中	75～85	9～10.3	13			
三重	フクユタカ		6/25～7/10	80	18	7	
兵庫	丹波黒	直播	6 上～6 中	90～150	40～50	1.3～2.8	
		移植栽培	5 末～6 上(移植 2 週後)	90～150	40～50	1.3～2.8	
広島	サチユタカ	300m 以下 慣行畦	6 中～6 下(適期)	65～70	17	8	
			6 下～7 上	65～70	14	10	
			7 上～7 中	65～70	12	12	
		300m 以下 狭畦	6 中～6 下(適期)	30～35	33	8	
			6 下～7 上	30～35	28	10	
			7 上～7 中	30～35	23	12	
			7 中～7 下	30～35	17	18	
		300m～500m 慣行畦	6 上～6 中(適期)	65～70	17	8	
			6 中～6 下	65～70	14	10	
			6 下～7 上	65～70	12	12	
		300m～500m 狭畦	6 上～6 中(適期)	30～35	33	8	
			6 中～6 下	30～35	28	10	
6 下～7 上	30～35		23	12			
佐賀	フクユタカ	早播き 標準	6/10～6/30	75	20～30	7～8	
			7/1～7/5	75	25	10	
		標準	7/5～7/15	70	20	14	
			7/15～7/30	70	15	20	
		遅播き	7/25～7/30	70	10	25	
			8/1～8/5	60	10	30～50	
		遅播き	8/1～8/5	60	3～4	30～50	
			8/1～8/5	60	3～4	30～50	

注：広島県の地域等の欄の数値は標高を示す。

種溝切りから覆土、鎮圧までの作業を1工程で行うことができる。

また、トラクター搭載の1工程播種機は耕起から鎮圧の全行程を一度に済ますことができ、作業軽減に適している（写真 I - 9）。ただし、機械経費がかかるほか、全面耕起後の播種に比べて作業時間が長くなる。

排水性が良好な圃場では、圃場を平らに整地した所に単条で条播するが、排水不良圃場では畦立て後に播種を行う必要がある。畝立て播種では、畝を広めに立てて2条播きとし、培土はその条間の土を利用する。また、圃場周囲や数畝おきにやや深めの溝を切って排水につなぐ圃場内明渠を設置する。

梅雨期で圃場が乾かなかつたり、排水性が著しく劣る圃場では、前作物の根株跡を利用できる不耕起播種の方が湿害を回避できるが、不耕起播種は除草剤を前提に開発されているので有機栽培では難しい。

(2) 発芽障害対策

斉一な発芽による苗立ちの確保は、慣行栽培、有機栽培を問わず、大豆栽培における一番の課題である。発芽が揃っていれば、これに続く中耕・培土作業が容易になり、大豆が条・株間を早く覆うので雑草の抑止も容易になる。特に、近年多用される多収性品種群は、分枝の発生が少ないので、発芽の良否がそのまま収量に反映する。



写真 I - 9 トラクターによる耕起同時播種
(提供：福士武造氏)

発芽が不斉一になる主な原因は、種子の発芽力もさることながら、播種後の土壤の過乾燥、過湿の影響が大きく、そのほかタネバエなどの虫害や栽培規模が小さい場合には鳩、カラスなどの鳥害も軽視できない。

大豆は、吸水後（含水量 20～30%）に乾燥に遭うと発芽力を喪失する。また、土壤の砕土が不十分だと大豆の発芽が阻害される反面、細かくしすぎると粘質土壤ではクラストを生じやすく、かえって発芽不良になることもある。そこで、播種や初期生育時の天候、土性など圃場条件に合わせた対策を取る必要がある。

播種期が梅雨期以前になる北海道、東北や梅雨明け後になる西南暖地の遅播きでは乾燥による発芽不良に、また、播種を融雪後の短期間に行う必要がある北海道、東北や、梅雨期に当たる西南暖地の早播き等では湿害を受けるので、特に注意を要する。

① 乾燥時の播種方法

播種後の土壤の過乾燥は、播種時期が早い寒冷地などの畑大豆栽培で問題になる。黒ボク土のような軽しような土壤では圃場準備後に降雨を待つて播種し、播種後に全面または播種溝上を鎮圧すれば毛管現象によって過乾燥を防ぐことが可能である。

また、乾燥が続いて毛管水だけで湿度を保てない場合は、灌水等を行う必要がある。水田畑利用の場合で水に余裕があれば、一旦湛水状態にして過乾燥を止めてから播種をすると省力的になる。ただし、湛水後何日経ったら適湿になるかは、土壤の種類や透排水性によって異なるので注意を要する。

腐植含量の少ないシルト質土壤や粘質土壤では、播種後の鎮圧によって覆土の固相率が高まり、降雨によるクラストの形成が出芽を妨げることがある。これに対して、北海道農業研究センターが開発した「覆土前鎮圧法」（図 I - 19、20）は、覆土の前に鎮圧輪で種子を押し込み、その後覆土器で覆土をするので、覆土を膨軟な状態に保つことができ、発芽障害を回避することができる。

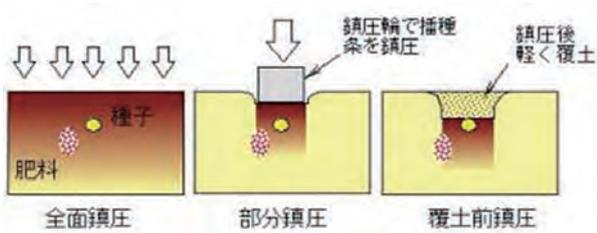


図 I - 19 覆土前鎮圧播種の機構 (断面)
(北海道農業研究センター HP)

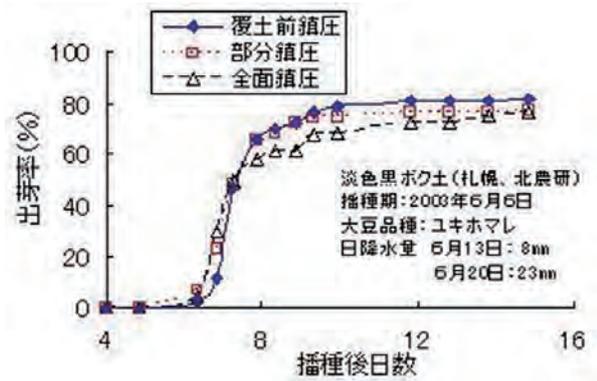


図 I - 20 鎮圧方式と出芽速度
((社)全国農業改良普及支援協会 2007)

る。

②湿害対策

転作畑では、圃場の排水性や土性による発芽障害が発生することが多く、また、暖地ほど播種時期と梅雨期が近いので、耕耘作業や播種の遅延など耕種管理上の課題が多い。大豆 300A 研究センターでは、排水不良転換畑での発芽改善のための麦跡不耕起播種法などの技術を開発しているが、有機栽培では初期除草のための中耕作業が困難になる場合があるなどの課題を残している。

(独)農研機構東北農業研究センターは、市販ロータリーを利用(一部撤去)して播種床部分を残して耕起をする「有芯部分耕栽培技術」を開発し、広範な土壌で実証している。有芯部分耕は慣行の耕耘法に比べ土壌水分の変動が小さく、過剰水分が耕起土壌(条間)に移行するので乾湿の害を受けにくくなる(図 I - 21、22)。本方法は設備投資が不要で、雑草抑制のための中耕・培土作業が可能であり、有機栽培でも容易に実施できると考えられるが、まだほとんど普及してい

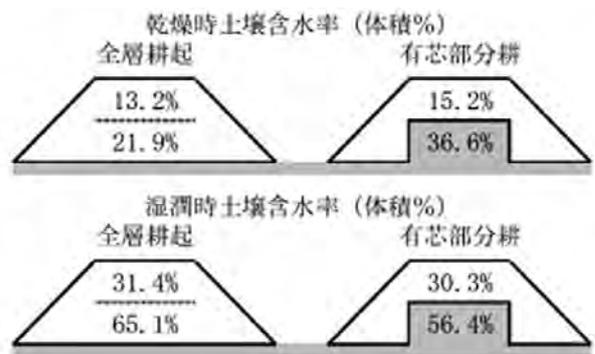


図 I - 21 耕起法と土壌含水率との関係
((社)全国農業改良普及支援協会 2007)

注：上部は地表面 0~8cm、株は同 8~16cm
塗りつぶし部分は不耕起

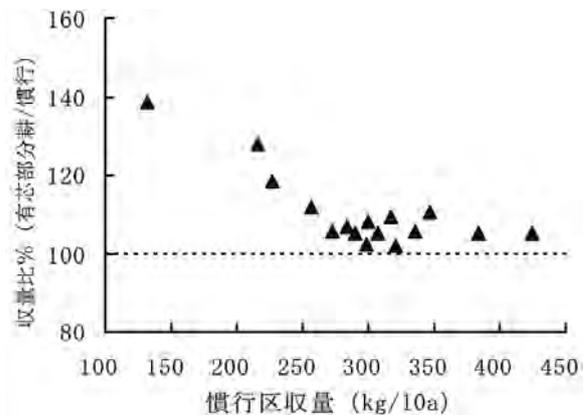


図 I - 22 慣行区の収量水準と有芯部分耕による収量比

(2003~2006 年の現地試験) (国立 2009)

ない。

③種子の発芽力と調湿

大豆の発芽力は、採種に至る前の登熟期の高温や干ばつによって低下するとされている。また、高水分状態(含水率 19%以上)での高温下保存(30℃以上)や脱穀作業、裂皮等によっても低下する。

発芽力の高い種子を得るために収穫の前に採種用株をていねいに手刈りをして涼しい日陰で干すことが望ましい。仮に播種量 5kg/10a、大豆収量 150kg/10a とすると、1ha 当たり 3.3a 分の刈り取りが必要になる。また、脱粒に当たっては回転の遅い足踏み脱穀機(写真 I - 10)を使用する等、発芽力を低下させないように留意する。

大豆の種子は乾燥した状態で湿潤な環境に置

かれると急激に吸水し、内部組織が崩壊して発芽力を失う（写真 I-11）。保管状態にある大豆の含水率は 10%程度に乾燥しているの、播種に際しては、予め種子水分を 15%程度まで緩やかに高めて（調湿）から播種することが望ましい。なお、調湿に当たっては相対湿度を約 80%～90% に保ち、庫内温度は 35℃以下で行わなくてはならない。

④鳥害対策

地域によっては、播種直後の大豆種子が鳩やカラスなどに食害されて苗立ちが揃わないことがある。鳥害は、中山間地や水田地帯で大豆作が点在している地域で被害が大きく、集団的な転作地域ではあまり問題にならない。キヒゲン等の塗抹薬は主成分が殺菌剤のチウラムで、有機栽培では使用を禁止されている。

鳩害が問題になるのは播種直後から子葉展開期までの数日である。農家では様々な対策（表 I-14）が考案されているが、簡便で確かな方法はなく、いくつかの方法を組み合わせで対処す



写真 I-10 足踏み脱穀機
（提供：（財）自然農法センター）

るしかない。

鳩は学習性があり、圃場や播種時期を覚えているので、連作や同時期の播種で被害が拡大すると言われている。前作に麦等がない場合は、播種期の 1～2 カ月前頃から大豆を播いておくと、播種期に鳩害が減るとい。また、麦わら等で地面が被覆されていると鳩害が減るとも言われている。

⑤補植

何らかの理由で大豆の発芽が不揃いになり欠株が連続して生じると、雑草が生えやすく収量が低下するだけでなく、有機栽培に対する周囲の理解も得にくくなる。欠株を生じさせない管理を心がけることが肝要であるが、中山間地等の小規模栽培では補植による対策も有効である。

補植には、別に用意した補植用の苗を用いたり、間引いた苗を用いるが、可能であれば通常の条間に補植用に播種したり、畝端だけ密播して苗を用意しておく。間引きをした苗でもよいが、その場合は株ごと抜き取って小分けした後、再度植え直す方がよい。

補植は大苗では植え傷みによる生育遅延が大きいので、できるだけ子葉展開後から初生葉展開期頃までに行う。なお、生長点が残っていれば大きな減収にはならないので、その場合は補植の必要はない。

5) 中耕・培土

(1) 中耕・培土の目的

大豆立毛中に管理機等で条間を耕起することを「中耕」と呼び、中耕でほぐした土を大豆の株元に寄せる作業を「培土」と呼ぶ。本来は中耕と培土は個別の作業であるが、一連の作業工程で同

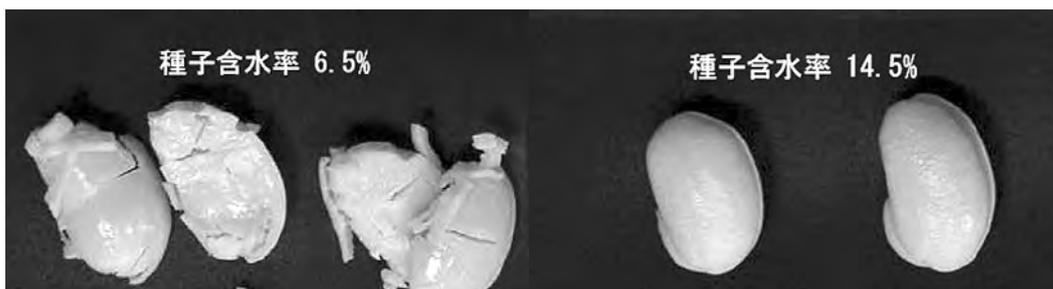


写真 I-11 冠水処理による大豆種子の破壊（（財）農業技術協会 2005）

表 I-14 各種の防鳥手段の効果と実用性の目安 (藤岡 2001)

分類	種類	効果 a)	経費 b)	手間 b)	実用性 c)		商品名・問題点など
					小規模	大規模	
遮断・ 隠蔽	防鳥網	◎	×	×	○	×	約 10～20 万円/10a かかるが、数年以上使える。設置・撤収に手間がかかる。
	わら被覆	○	○	△	○	×	麦収穫後なら有効。あまり厚く覆うと徒長する。
威嚇	複合型爆音機	○	×	○	×	○	商品＝ラゾーミサイル・ドンピカ・ショッカーミサイル。7～15万円と高価であるが1台で約1haをカバーできる。長年使えるが、慣れを生じる。騒音害に注意。夜間停止すると早朝・日没直前に被害生じやすい。
	爆音機・ 煙火類	×	△	○	×	×	騒音害を発生する上に慣れが早く、単独ではほとんど意味がない。
	回転防鳥機	△	△	○	×	×	商品＝シャトリなど。回転発光器なども使われるが、すぐに効果なし。
	かかし・ マネキン	×	○	○	×	×	人に似ている方がよいが、動かさないとすぐに効果がなくなる。
	作動型かかし	○	△	○	○	○	市販品はないか、あっても高価なので廃品などで自作するのがよい。ときどき位置や衣服を変え、必要な期間が終わればすぐ撤収する。
	目玉風船・ 天敵模型	×	△	○	×	×	ヘビや猛禽の模型が市販されているが、数日しか効果がなく無駄。
	防鳥テープ・ 糸・テグス	△	○	△	×	×	被害が少ないときなら、ないよりはまし程度。
耕種的 防除	移植	○	×	×	○	×	機械化が難しい。
	集団栽培・ 一斉播種	○	○	△	×	○	これだけでは相当の被害が出るので、他の防除手段を組み合わせる。
	播種時期の 調整	○	○	○	○	○	麦作の多い地域なら麦成熟後、北日本ではキジバトの渡来前に播種すれば被害は少ないが、いずれも栽培上の理由から難しいことが多い。
駆除	散弾銃による 駆除	○	△	△	○	○	多数の駆除は無理でも他の防除法の効果を高める。許可手続きが必要。
代替餌	麦類	×	○	○	×	×	与え方が難しく、かえってハトを誘引してしまうこともある。

時に行われることもあるし、中耕のやり方によっては培土機能を持つこともあるので、両者を合わせて「中耕・培土」と言う。

中耕・培土は、圃場が過湿条件の場合には効果が認められるが、乾燥している場合は判然としないことや、耐倒伏性品種の導入などにより、省力化からも無培土栽培が提唱されている。しかし、有機栽培では雑草抑止の観点から中耕・培土作業は必要・不可欠な作業である。

①中耕

中耕には3つの目的がある。1つは土壌を膨軟にして土壌中の粗孔隙を増やし、大豆の根張りを助けることである。特に、転換畑の土壌では粘土やシルトの含量が高い場合が多く、播種以降の

降雨や管理作業で土壌が締まり、粗孔隙が少なくなっていることが多い。土壌硬度が高くなると大豆の根の伸張が抑制され、仮に伸張しても土壌の乾湿によって亀裂が生じると根が切断される。そこで、中耕により土壌を膨軟にして降水の縦浸透を高め、大豆根の伸張を促す必要がある。

2つ目は、土壌中の粗孔隙を通じて行われる大気とのガス交換を促すことである。大豆根に着生する根粒菌は大気中の窒素(N₂)を利用して窒素固定を行うので、土壌と大気とのガス交換が進まない根粒の活性が低下する。根粒菌の窒素固定による窒素供給量は条件によって大差はあるとされているが、大豆の窒素吸収量の概ね50% (子実重100kgの場合、窒素吸収量5.6kg中の約

3kgに相当)に及ぶとされている。このため、中耕による根粒菌の活性は大豆栽培にとり極めて影響が大きい。

3つ目は、中耕により雑草の発生を抑制し、雑草との競合を回避することである。中耕作業による土壌の攪拌は、発芽後間もない種子繁殖型の草種に対して効果的である。一般の有機栽培農家では2回は行うとしており、大豆の茎葉の繁茂状況とも関連するが雑草の多いときは3回以上行われる。大豆の初期生育が緩慢な北海道では、雑草抑制のために2～3回の中耕が推奨され、5回以上行う農家も多い。除草を目的とした中耕は、根張りや根粒菌活性を目的とした中耕に比べて深く耕す必要はなく、雑草種子の発芽深度である5cm未満を対象に浅く実施すればよい。また、圃場が湿潤な時は、一旦切除された雑草が再び活着し効果が半減するので、中耕後も3～4日は干天が続く日を選ぶことが重要である。

②培土

培土の目的は4つに大別できる。1つ目は大豆の不定根の発生を促して根域を拡大し、根粒菌の活性を促すこと、2つ目は、倒伏の防止であり、3つ目は、排水の改善である。4つ目は、中耕と同様に雑草の抑制であるが、有機栽培における培土では特に株元に発生する雑草を埋め込むことに重きを置いている。

大豆の胚軸は、周囲の空気湿度が90%程度以上になると不定根を発生する。培土によって株元に寄せられた土壌の孔隙内の湿度は大気中より高く、そのため不定根の発生が多くなる。培土中に不定根が多く発生すると、全体の根粒数が増加する上に、培土内は土壌が膨軟で通気の良いため根粒菌の活性も高くなる。

大豆は栽植密植が高くなると徒長型の草姿を示すようになる。通常は群落内での支え合いによって倒伏しないが、台風等の強風に遭うと容易に倒伏する。培土は株元に寄せた土により折れやすい胚軸を保護し、根の浮き上がりを防いで強風等による倒伏を防ぐ役割も持っている。また、培土によって株元の排水性が改善され、圃場内排水と株元

の過湿を防ぐので、排水条件が不良の転作大豆では特に重要な意味をもつ。

中耕作業では大豆の株元まで攪拌することができないため、株元に発生する雑草を抑制することは極めて困難である。培土は株元に残った草を寄せた土で埋め込むことにより抑草する。その効果はイネ科雑草で30数%、非イネ科雑草で6～9%とされている。このため、培土によって抑制できない大型雑草は、なるべく早い内に人手により削除する必要がある。特に、温暖地で最近急速に増えている外来大型雑草は1m以上になるまで放置すると、コンバイン収穫に支障を与え汚染粒発生の原因にもなるので注意する。

培土による抑草は、埋め込むことさえできれば中耕による抑草に比べてより大きく育った後でも効果がある(写真I-12)。ただし、培土された土の上にも雑草が発生するほか、培土直後に降雨があると埋め込まれた草が再生することがあるので、大豆の生育や天候に合わせて実施しないと効果がない場合もある。

なお、培土の回数を増やしたり、培土を強くして畝の高さを上げすぎると、コンバイン作業の際に刈り位置を高めて収穫ロスを増やすことになり、また、土砂混入の原因になって収穫物の調整や販売の際に大きな問題になるので、こういう面からの



写真 I - 12 排水対策を兼ねた培土作業の終わった転作大豆圃場

(佐賀県H氏圃場 8月中旬)

配慮も必要である。

(2) 中耕・培土の時期と方法

①中耕・培土の時期

中耕・培土の時期は、一般に播種後 20～25 日（本葉 2～3 枚頃）と、その 10～15 日後（本葉 4～5 枚頃）の 2 回とされ、開花始めまでに終えるようにする。また、晩播等で開花までの期間が短い場合や天候によって作業が遅れる場合には、両者の中間の本葉 3～4 枚頃に行う。いずれにしても開花開始期前に作業を終える。その時期以降の培土作業は、大豆の根を傷め倒伏や特に節数の多い下位節（5～6 節）の分枝を折って減収の原因にもなるので原則として行わないようにする。

中耕作業は培土時に併せて実施するほか、排水性の悪い圃場では発芽が揃った頃から、地面に亀裂を作るように行っておく。また、このような圃場では大豆の根が浅く、広く張っていることがあるので、なるべく根を傷めないように、ごく表層を浅く中耕する必要がある。

なお一般に、有機栽培における培土は中耕の最後の段階で仕上げのような形で行われるが、株間の雑草の生育は慣行栽培の場合より早いため、培土の時期が遅れると雑草の勢いが増すので、中耕時のカルチベーターの回転速度を速めて、中耕の都度株元に土を飛ばしたり、雑草の状況によっては培土の時期を早めたりすることも経験を積み身に付けていく必要がある。

②中耕・培土の方法

中耕・培土作業には管理機が用いられることが多い。多くの場合は数馬力の小型管理機に標準ロータリーと培土器を付けて行う。近年は小型トラクターや乗用管理機も利用されるが、作業形態は同一である。

培土は、初回は子葉が隠れるように土を寄せる。この際、畝間全体から土を寄せ、畝が広がるように培土を行う。2 回目の培土では初生葉が半分隠れる程度まで土を寄せる。ただし、畝の高さが 20cm を越えると機械収穫等の作業性が低下し、刈取り時の汚染粒の原因にもなるので、培土の高さは 20cm 以内とする。

培土に当たっては、寄せた土の中に不定根が多く発生できるように、断面がこんもりとした山状になっていることが大切で、三角の尖った形状にならないように注意する（図 I-23）。また株元に溝がある M 字状になると株間の草を十分抑えることができずに残草の原因になる。さらに、降雨が M 字の溝に集まるので、排水性の悪い圃場では株元が過湿になって立枯病害が増加する。培土に当たっては M 字状の断面にならないよう、土をしっかり寄せることが大切である。なお、粘土質で排水性の劣る土壌で、中耕で十分に砕土されていない土を無理に寄せると、茎に傷が付いて茎疫病等が発生する場合があるので注意する。

有機栽培の場合には、雑草の発生を抑制するために中耕作業だけ 2 回程度行う例が多い。その場合は深く耕す必要はないので、管理機のロータリーだけでなく、目的に応じてカルチベーター等の作業機を選択する。

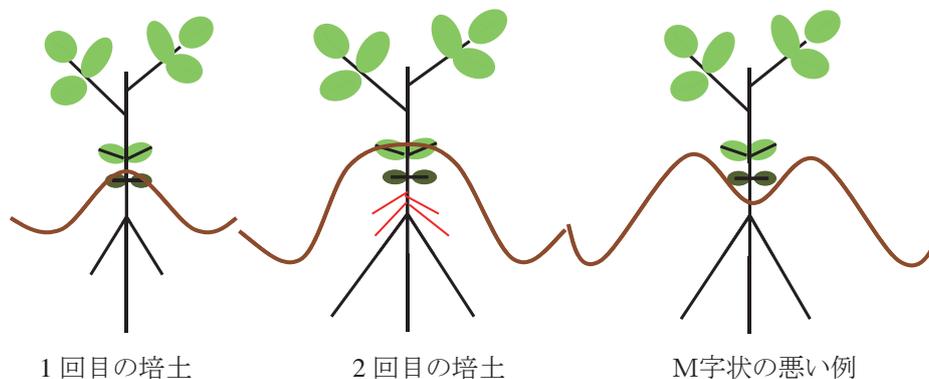


図 I-23 望ましい培土の形状（模式図）



写真 I -13 トラクターの後部に取り付けられた
中耕培土機 (熊本県 H 氏所有)

6) 雑草抑制対策

(「Ⅱ. 有機大豆作の栽培技術解説」参照)

(1) 耕種的雑草抑制の重要性

有機栽培では除草剤を用いないので、除草に多くの労力を要する。有機栽培における除草は手取りを含む機械除草と思われがちであるが、機械除草以上に重要な雑草管理が耕種的防除である。

有機栽培での雑草防除の原則は「作物が草に勝ること」であり、実害が発生しなければ雑草が多少生えていても苦にしないことである。特に、大豆は遮光性が強く、栽植密度が適当であれば短期間（寒冷地で播種後 40～50 日、中間地同 30～35 日、温暖地 20 日程度）で圃場を覆うので、雑草との競合には比較的強い。その前提として発芽・苗立ちを揃えることが重要になってくる（写真

I -14)。

① 輪作などによる雑草抑制

雑草は大豆の連作など畑状態が続くほど増加するので、地域にもよるが、可能であれば 1～2 年周期で田畑輪換を行うことが望ましい。また、畑大豆作地域でも輪作を取り入れ圃場環境を変化させることが発生を減少させることにつながる。

表 I -15 は東北農試（野口ら 1989）で行った試験事例であるが、小麦、馬鈴薯、トウモロコシ、ソバ、大豆を年 1 作で 2 年間作付け、翌年裸地にして発生した雑草個体数（無除草区の数値のみ抽出）を表している。大豆やトウモロコシ跡地に発生する種子繁殖型の雑草個体数は、小麦、馬鈴薯、ソバの跡地に比べて非常に多かった。また、大豆跡地でも全期間を通じて除草を行った跡地では少なくすることができた。

有機栽培では除草剤を用いないため、全期間を通じた徹底した除草は困難であることから、作付体系の中に管理の異なる作物（本試験では小麦、馬鈴薯、ソバ等夏期休閑する作物）を取り入れ、雑草の種子繁殖を抑えることが雑草の抑制に有効な手段になると言える。

② 耕起、整地作業による雑草抑制

有機大豆作における雑草対策上の重要な時期は、播種後に大豆が地面を覆うまでの期間に、播種前の最終耕起から播種までの期間を加えた期間になる。特に、整地から播種までの期間が長いと、播種前に雑草の発芽が始まり雑草との競合が起りやすいため、整地と播種の間隔を短かくす



写真 I -14 雑草を抑制できた大豆(左)と、雑草を抑制できなかった大豆(右)
(北海道 H ファーム、8 月下旬)

表 I - 15 小麦、馬鈴薯、トウモロコシ、ソバ、大豆作の跡地の雑草発生量 (本/m²)
(野口ら 1989 より一部抜粋)

作物名	処理	メヒシバ	ヒメイヌビエ	シロザ	オオイヌタデ	合計
小麦	無除草	1	0	6	9	16
馬鈴薯	無除草	1	0	3	1	5
トウモロコシ	無除草	14	24	566	48	652
ソバ	無除草	0	2	9	6	17
大豆	無除草	9	15	839	152	1016
	30 日間	36	15	655	35	741
	40 日間	40	4	131	15	190
	全期間	4	3	11	10	28

ることが雑草抑制対策のポイントである。雑草の多い地域では、播種直前間際までに、浅い耕耘によって発生した雑草を根絶やしにしてから、発芽条件の良い日の播種により、斉一な発芽を確保することが重要である。この状態で生育初期に2回程度の中耕を行えば、大豆の茎葉の繁茂によって雑草は生育できなくなる。畝間に日照が届かなければ、雑草が発芽しても生育はできない。

整地作業は、通常通りにロータリーをかけると、深部の雑草種子を掘り起こすことになるので、地表面を浅く起こす程度にする。年1作の体系であれば、耕起後に雑草の発生を待って整地をする余裕もある。

「麦-大豆」の作付体系では、「麦収穫-耕起・整地-大豆播種」の期間が短く、また、省力化の観点からも1工程での作業が求められる。排水性の悪い粘土質圃場での転作大豆を前提に、農研機構北陸研究センターが開発した「耕耘同時畦立て播種栽培技術」(図 I - 24) は、大豆 300 A 技術の中では東北、北陸を中心に普及しはじめている(平成 21 年現在全国で 6,612ha)。この技術は、耕深約 5cm で耕起・整地・播種の 1 工程作業を可能にしている。ただし本技術は、除草剤を使用した無中耕培土を前提としており、残念ながらそのままでは有機栽培で使うことができない。前述の「有芯部分耕栽培技術」や本技術は苗立ちの安定や雑草防除の観点から、今後は有機栽培への応用的な導入の可能性が高いと考えられる。



図 I - 24 耕耘同時畝立て播種作業機の構成
(独)農研機構作物研究所 2010)

③狭畦密植栽培による雑草抑制

ダイズ 300 A 研究によって開発された無培土・狭畦密植栽培は、中耕培土を省き倒伏を防止してコンバイン収穫作業を容易とする省力性と多収性を備えた技術であり、滋賀県と長野県では普及が進みつつある(平成 21 年現在全国で 3,048ha)。本技術は畝幅が 20~30cm 程度であるため中耕除草が困難であり、除草剤利用が前提であった。

しかし、兵庫県姫路市の K 氏は、播種前に地表面の埋土種子の発芽を促して排除する耕耘整地を2回行うことにより、大豆の繁茂力を生かし、雑草が生えても枯れて無くなる原理を活用して、雑草抑制を実現する試行錯誤を重ね、有機栽培でも活用できる技術とした。

K 氏は在来種系統の自家交雑品種を 10ha 前後栽培しているが、在来種特有の分枝が多く着莢位置が低い脱粒性のある品種なので、収穫ロスを避けるために密植により茎が高く伸びる性質を

生かして、コンバインロスを下げることで、台風による倒伏を密植による集団の力で防止すること、密植による雑草抑制と多収をねらうこと、さらに、小麦の広幅のドリルシーダーを活用する工夫により、従来の常識を覆すことに成功した。水稻、麦類、そば、野菜を加えると延べ作付面積が160haにもなる中での工夫である。

④ 麦によるリビングマルチを活用した雑草の抑制

(独)農業・食品産業技術総合研究機構の東北農業研究センターと中央農業総合研究センターは、麦類をリビングマルチとして用いて大豆栽培期間中の雑草発生を抑制する技術を開発した(「Ⅱ有機大豆作の技術解説」参照)。この栽培技術のポイントは、大豆の畝間に大麦や小麦を同時に播種することで、畝間で生育した麦類が雑草の発生を抑制させるが、夏に気温が上がると麦類は自然と枯死するという点にある。

(2) 機械的な雑草対策

雑草の直接的な防除法は一般的には中耕・培土作業が挙げられる。通常、培土を伴う中耕は本葉2～3枚時と4～5枚の頃(1回の場合は3～4枚頃)の1～2回行うが、大豆が圃場を覆うまでの期間が長い北海道や東北では、上記以外にも中耕を行う必要がある。

雑草は草種によって発芽適温が異なり、シロザやタデ類は10℃以下で、イヌビエやエノコログサは10～13℃で、メシバやスベリヒユは13～15℃で発芽してくる(渡邊ら2009)。北海道や東北等の寒冷地では、気温の上昇に伴って異なる草種が順次発生することになるので、中耕作業は数回以上必要になる。この中耕は中耕・培土と異なり、土壌深部まで起こす必要はないので、玉カルチ等で土壌表面の数cmをかき程度でも十分な効果を上げることができる。

雑草は発芽して根が十分に張らない間は極めて弱いので、地表面をこまめに攪拌すれば大豆の生育を阻害することはない(図I-25)。問題はその除草の手間がないことである。

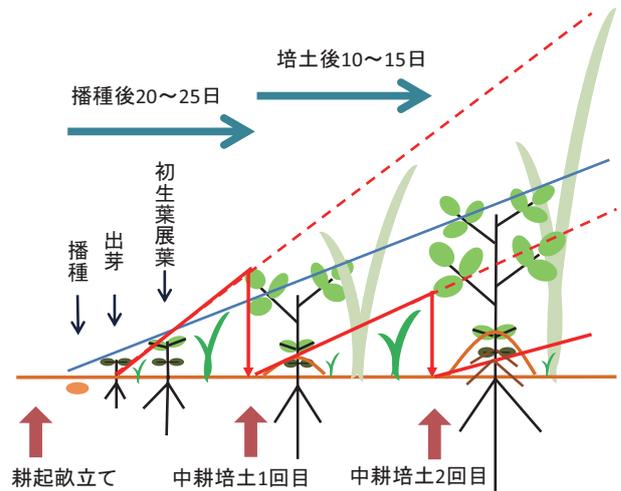


図 I-25 耕起を基本とした除草体系の概念図

(3) 開花期以降に発生する雑草の対策

開花期から登熟期にかけては、アメリカセンダングサやイヌビユ、イヌタデ等の庇蔭に強く草丈の高い雑草が発生してくる。これらの雑草は大豆の生育を阻害するだけでなく、種子を形成すると次作以降の雑草の発生が増加する。また、イヌタデやイヌホオズキは、汚染粒の原因にもなるため、可能な限り除去する。なお、この時期は大豆の茎葉が茂っていて機械除草は困難であり、人手で取るほかない。

有機栽培はややもすると粗放管理になりやすいが、有機栽培圃場がこれら雑草の繁殖源にならぬよう、圃場をこまめに見回って早めに発生を感知して引き抜くか鎌で刈る必要がある。

また、近年は暖地を中心に帰化アサガオの発生が拡大しており、収穫時にコンバイン等に絡みつくなど問題になっている。さらに、帰化アサガオは、四国地域から東北地域にかけて1,600ha以上の大豆畑で発生しているとされ、東海地域で特に多く、大豆栽培面積の26%で確認されている(図I-26)((独)農研機構作物研究所2010)。帰化アサガオは畦際から侵入と言われているので、圃場の見回りを励行し、見つけたら直ちに刈り取るしかない。

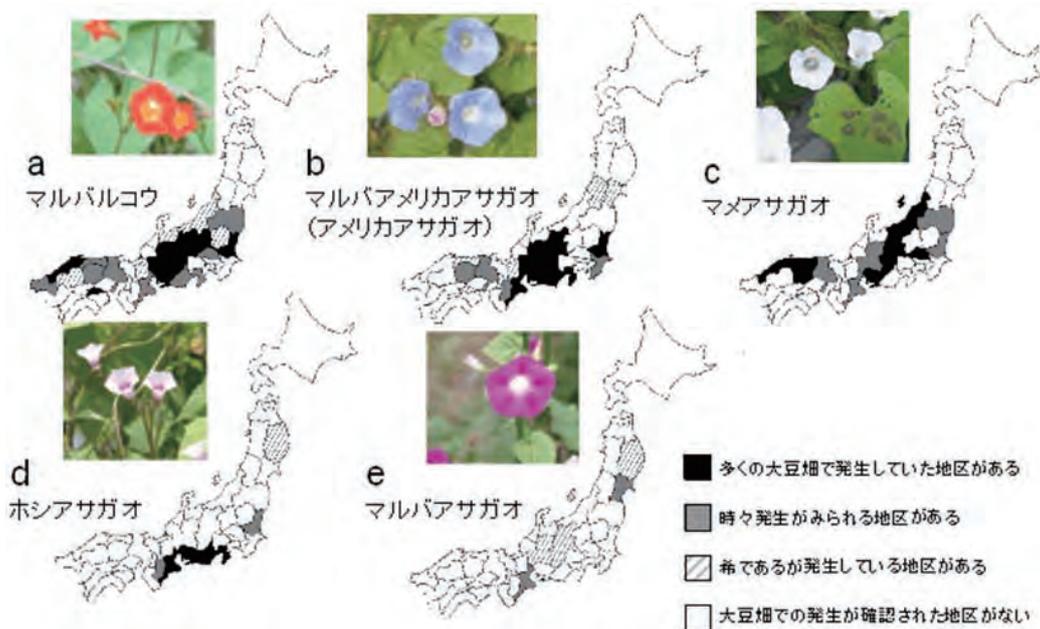


図 I - 26 大豆畑における帰化アサガオ類の発生確認地域(2008) ((独)農研機構2009)

注1：マルバアメリカアサガオは、葉の切れ込みがないアメリカアサガオの変種である。

注2：凡例にある「地区」とは、公立普及指導機関の管轄区域を指す。

7) 病害虫抑制対策

(「Ⅱ. 有機大豆作の栽培技術解説」参照)

(1) 耕種的抑制の重要性

①基本的な考え方

病害虫は主因（病原菌、害虫）、素因（農作物の体質）、誘因（栽培環境）が揃ってはじめて発生する。有機栽培では化学農薬を用いることができないので、病害虫防除は主因を除くのではなく、素因と誘因を改善する方法が中心になる。

このため、有機栽培での病害虫対策は土づくりや栽培管理方法の面から、農作物を病害虫が発生しにくい体質に改善することが重要である。また、病害虫が発生しにくい土壌環境や栽培環境を整えることが重要になる。さらに、病害虫の発生が予想され、その制御が困難な場合に限り、主因に直接影響を与える拮抗微生物由来の生物農薬など有機 JAS の制度で許容されている農薬を用いることを検討する（参考資料編「有機農業で使用可能な資材等」参照）。

大豆の有機栽培でも気象条件の変化などによって病害虫が大発生する可能性は否定できず、圃

場を常によく観察して病害虫の発生状況を把握するするとともに、適切な対応を早期にとることが重要になる。ただし、有機栽培では有機 JAS による許容資材があるとはいえ、高価な上に病害虫の発生を見てから対処しようとしても手遅れになることが多い。そのため、病害虫の発生しにくい圃場環境を整えておくことが原則となる。

なお、有機大豆栽培の実施者の中には、慣行栽培による病虫害の発生状況と無防除との間で、ほとんど差がなかったという事例や、有機栽培開始4年目頃から問題のないレベルまで発生が低下したという事例がある。こうしたことに対する研究例は見当たらないが、この背景には、農地生態系を構成する生物群間の共存や競合関係が病原菌や害虫の異常発生を抑えている可能性が高いと言われている（田中 2004）。

一般に害虫と天敵しかいない生態系では、通常は天敵の密度が低く、餌となる害虫の個体数が増加した後に遅れて天敵の個体数が増加する。しかし、害虫の個体数が増加した時点で作物被害が発生しているために、仮に天敵がいても被害を回避することが困難である。天敵によって被害を回避するためには、害虫を補食する天敵が常に

一定の密度以上いることが望ましいが、そのためには、天敵の餌となる生物群集が常在している必要がある。こうした役割を持つ生物群集は、害虫や天敵のように明確な役割を持っているわけではなく、枯れた植物や有機物を分解して生活している（腐食性）ものや雑食性のものが多い。生態系の発達には、こうした虫（いわゆる“ただの虫”）が不可欠であり、そのためには化学農薬はもちろん、有機 JAS 許容資材であっても過度に使用することは望ましくない。

ただし、生態系は個々の生物群集と気圏、地圏、水圏と呼ばれる環境によって構成されているので、どこでも同じように発達するわけではなく、また、そこに生息する生物種の増加には時間が必要である。従って、生態系を発達させ安定させていくためには、大豆作に限らず有機栽培を継続することが必要になる。また、生態系は一圃場内でも発達するが、生物群集の生息場所として考えた場合は圃場周囲の環境が大切であり、より広範囲になるほど安定しやすくなる（図 I-27）。

可能であれば、大豆に限らず有機栽培を希望する農家の圃場を集約化したり、水系を同じくするなど、有機栽培に取り組む農地の団地化を図ることが大切である。

②病虫害の発生を抑制する耕種管理

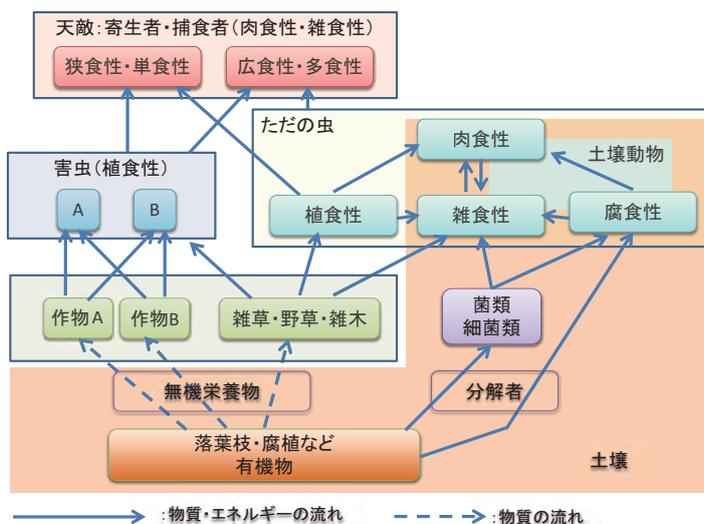


図 I-27 害虫とただの虫をめぐる生物群集
(高橋 1989)

病虫害の発生しにくい圃場環境を整えておくことは原則であるが、一般に大豆の主要害虫であるダイズシストセンチュウは大豆の連作年数が長いほど多くなる傾向があることから、可能であれば非宿主作物を取り入れたローテーションや田畑輪換を行うことが望ましい。ダイズシストセンチュウの対抗植物としては、アカクローバーのほかクリムソクローバーやクロタリヤなどが知られている。また、生態系の発達や地力の維持増進のためには、庇蔭力が強く、作物残渣量の多い麦類や雑穀を組み込んだ輪作体系が考えられる。

大豆の作付圃場の選定に当たっては、日当たりが良く、風通しの良い圃場を選び、排水対策を徹底して圃場が過湿にならないようにする必要がある。降雨時に圃場に滞水しなくても、茎葉の繁茂期には大豆が圃場全体を覆うので、条に沿って適度に換気が行われるように、播種の方向にも配慮する。

圃場周囲の畦や耕作放棄地等はカメムシや蛾類の生息場所になりやすいので、雑草をこまめに刈り取っておく必要がある。ただし、子実肥大期以降は逆に畦草を刈り取らずに残しておくことで、カメムシ類の住処として残し、大豆子実への加害を抑制することも重要である。

病虫害の発生と播種時期の関係が明らかにされている地域もある。このような地域では県の指針に反映されているので、地域の慣行栽培の指針を参考にして適期播種に努める必要がある。

(2) 害虫対策

大豆を加害する害虫は温暖地に向かうほど種類が増え、1月の平均気温区分によって大豆の害虫相の特徴を寒冷地系、中間地系、温暖地系として区分している場合もある（図 I-28）。

北海道や東北北部の寒冷地では、わい化病を媒介するジャガイモヒゲナガアブラムシ以外の発生は少ない。かつて主要害虫であったマメシクイガは発生に周期があ



図 I - 28 大豆の害虫相の地帯区分

(小林尚「ダイズ病害虫の特性 害虫」(1976)より
菊地淳志氏改編)

注：点線は1月の月平均気温が -1.5°C と $+2.0^{\circ}\text{C}$ の等温線を示している。 -1.5°C 以北では寒冷地系害虫が、 $+2.0^{\circ}\text{C}$ 以南では暖地系害虫が主体となっている。

り、近年再び増加傾向にあるとされている。温暖地ではホソヘリカメムシ、イチモンジカメムシ、アオクサカメムシ等のカメムシ類、シロイチモンジマダラメイガ、マメノメイガ等のメイガ類、ダイズサヤタマバエ等が主要害虫に挙げられる。また、全国的にはダイズシストセンチュウによる減収が問題とされている。

これ以外にも、本葉展葉期から茎葉繁茂期にわたって発生するハスモンヨトウやマメハンミョウ、コガネムシ等は、茎葉を食害するため LAI (葉面積指数: Leaf Area Index) が低下し、被害が大き

い場合は生育の遅延や落莢の原因になるので注意が必要である。

ハスモンヨトウは孵化した若齢幼虫が限られた葉に群生する。その結果その葉は透けて白っぽく見える(白変葉)ので、圃場をよく観察して、この葉を早期に摘葉すれば被害を小さくすることができる。ハスモンヨトウは一旦大発生すると深刻な被害を受けることがある。小面積の場合には手で取る有機栽培者が多いが、周辺の環境との関係で常襲発生地があり、有機 JAS 規格で許容されている BT 剤も含め農薬は使いたくないという栽培者の中には、防虫ネットを利用した栽培を行っている例もある(写真 I - 15)。

蝶蛾類に対しては BT 剤や核多角体ウイルス剤等の利用も考えられる。BT 剤はバチルス・チューリゲンシス(BT)という細胞を利用した殺虫剤で、豆類の場合には 1000 倍の希釈液を茎葉に撒布した時に、この菌が産生する殺虫性蛋白質を鱗翅目(チョウ・ガの仲間)が食下した時にアルカリ性の消化液で溶解され、やがて殺虫力を示すタンパク質にまで分解され、この作用で食下後 2~3 時間で接触活動を停止し被害を抑えることになる。ただし、予防的に散布しなければ効果が低いため資材費が高かつし、発生後の散布では効果が判然としない場合が多いようである。

(3) 病害対策

病害では、紫斑病、ウイルス病、モザイク病、わい化病、立枯性病害の被害が多い。わい化病



写真 I - 15 ハスモンヨトウのひどい地域での防虫ネットによる大豆栽培の例(つくば市)
(提供: 山本 稔氏)

はジャガイモヒゲナガアブラムシで媒介されるが、有機栽培者はあまり問題視していない。わい化病には抵抗性品種が育成されており、多発地帯では抵抗性品種の利用が考えられるが、有機栽培では特別に抵抗性をもつ品種を利用している事例は少ない。

茎疫病（糸状菌）は排水性の悪い圃場で、碎土が不十分な状態で中耕・培土作業を行うと発生しやすいため、畑大豆では発生が少なく、転作大豆で発生が多い。防止対策としては圃場の排水を図ることに加え、風が通り抜けやすい方向に播種するなど圃場の通気性を高める必要がある。また、中耕作業に伴う下位節の損傷や土塊による傷口などから感染しやすいので、こうした作業を丁寧に行い、泥をかけないようにするなどの配慮が必要である。個々の病害虫に対する対策は「Ⅱ有機大豆作技術解説」を参照されたい。

8) 収穫・乾燥・調製

（「Ⅱ.有機大豆作の栽培技術解説」参照）

(1) 刈取り

ビーンハーベスタの刈取り適期は、落葉して、莢を振るとカラカラ音がするようになる頃である。晴天日の日中を避けて刈り取り、圃場で地干しを行う。ビーンスレッシャー（投げ込み式脱穀機）を使用する場合は、抜き取らずに、必ず刈り取らなくてはならない。地干しのとき、株元を下にして立てることを「島立て」と呼ぶ。乾燥の目安は嚙むと歯形がつく（子実水分 18%程度）頃までで、乾燥が不十分だとスレッシャーにかけたときに大豆に汚損が発生する。ビーンスレッシャーでの脱穀では、スレッシャーの回転数を 350~400rpm 程度として、乾燥が進んでいるものほど低回転とする。

(2) 乾燥・調製

自然乾燥は、子実水分が高い（18%以上）状態で直射日光に当てるとしわ粒や皮切れ粒が増加するので、通気の良い日陰で陰干した後に、ゴザなどの上に広げて天日で乾燥させる。ビニールハウスなどの中で乾燥させる場合も同様であるが、

閉め切ったハウス内では昼夜の温度差から結露することもあるので、換気に配慮し、時々攪拌して乾燥ムラや過乾燥に注意する。

機械乾燥では、子実水分が高い場合（18%以上）は通風のみとし、それ以下に下がったら本乾燥を行う。本乾燥に際しても低温（外気温 +10℃未満）でゆっくり乾燥させる方がしわ粒、皮切れの発生が少なくなる。目安は 1 時間で 0.5%程度低下する程度である。

乾燥の途中で攪拌したり、一時乾燥を止めるなどして全体の乾燥ムラが出ないようにし、過乾燥や乾燥不足を防ぐようにする。調整水分はいずれの場合も 15%である。

(3) 選別

乾燥後の大豆は唐箕を用いて夾雑物や茎、莢等を除いた後、傾斜平ベルトを用いて未熟粒や害虫被害粒、割粒を取り除き、フルイによって小粒を選別する。これらを 1 台で可能にする選別機も市販されており、さらに近年は色彩選別機によって紫斑粒等の選別も可能になっているが、いずれも個々の農家で導入するには高額であり、作付規模や投資効果を考えて選択する必要がある。

引用文献

- 1) 北野順一、出岡裕哉、中西幸峰、中山幸則「大豆の浅耕栽培における基肥施用が生育に及ぼす影響」三重県農業研究所, 2006
- 2) 「高温適応技術レポート」農林水産省, 2011
- 3) 「収量・品質の向上と安定生産のための大豆づくりQ&A—大豆 300A 技術を導入した大豆生産に向けて—」社団法人全国農業改良普及支援協会 66
- 4) 「大豆の高品質・安定多収生産技術」独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構作物研究所, 2010, 8
- 5) 「大豆のコンバイン収穫マニュアル」
http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/daizu/d_combine/index.html 農林水産省
- 6) 高橋信夫「良質・多収に役立つ大豆栽培の

- ポイント」ヤンマー農機株式会社 11
- 7) 高橋史樹「対立的防除から調和的防除へ」農文協, 1989, 111
 - 8) 東北農研・東北水田輪作研究チーム「東北地域における高生産性水田輪作システムの確立」独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センター, 2009
 - 9) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構作物研究所「大豆の高品質・安定多収生産技術」2010, 36
 - 10) 中野寛、渡辺巖、桑原真人、田淵公清「大豆の窒素追肥技術第4報土壌条件が追肥効果に及ぼす影響」『日本作物学会紀事 58号』1989, 331-336
 - 11) 「農業技術 61 巻 9 号」財団法人農業技術協会, 2005
 - 12) 「農業技術体系作物編6ダイズ・アズキ・ラッカセイ」農文協, 基 49
 - 13) 「農薬を使用しないで栽培した場合の病害虫等の被害に関する調査報告」社団法人日本植物防疫協会 1993
 - 14) 農林水産省農林水産技術会議「大豆の安定・多収を目指して」『農林水産研究開発レポート NO.13』2005, 1
 - 15) 野口勝可、松尾和之、奈良正雄「寒冷地畑作における雑草の増殖防止技術の確立に関する研究 5 輪作による畑雑草の増殖防止」『雑草研究別号講演会講演要旨 28』1989, 179-180
 - 16) 田澤純子、加藤雅康、三浦重典、浜口秀生、国立卓生、島田信二「冬作としてのアカクロウバ栽培によるダイズシストセンチュウ抑制効果」『第 227 回日本作物学会講演会』2009, 158-159
 - 17) 野瀬寿代、長屋祐一、梅崎輝尚「ダイズ品種「美里在来」の生育・収量特性について」『日本作物学会紀事第 77 巻』2008, 74-75
 - 18) 田中幸一「水田の生物多様性」農業環境技術研究所 2004
 - 19) 荻内謙吾、松浦拓也、高橋昭喜「プラウ耕による発酵鶏糞の深層施用がダイズのタネバエ被害発生程度に及ぼす影響」『日本作物学会紀事 77 巻 (別号 1)』2008, 66-67
 - 20) 「畑作物生産指導要領」青森県, 2007, 64
 - 21) 早野恒一「九州農業試験場ニュース No.50」九州農業試験場, 1991
 - 22) 「肥料節減に向けた技術対策集」滋賀県, 2008
 - 23) 藤岡「鳥種別生態と防除の概要: ハト」独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センター鳥獣害研究サブチーム, 2001
 - 24) 「農林水産研究文献改題 27」農林統計協会, 2002, 132a
 - 25) 「農林水産研究文献改題 27」農林統計協会, 2002, 300-301b
 - 26) 「農林水産研究文献改題 27」農林統計協会, 2002, 237-246c
 - 27) 「農林水産研究文献改題 27」農林統計協会, 2002, 231-237d
 - 28) 「北陸版大豆作ホームページ」<http://narc.naro.affrc.go.jp/inada/pub/daizu/index.htm> 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構北陸研究センター
 - 29) 北海道農業研究センター「大豆を作ろう」ホームページ <http://www.cryo.affrc.go.jp/bean/index.htm>
 - 30) 北海道立中央農業試験場天候不順に対応した営農技術対策検討チーム「畑地の透排水性改善のために」地方独立行政法人北海道立総合研究機構, 2009
 - 31) 堀江武「作物栽培の基礎」農文協, 164, 169
 - 32) 三浦重典、中谷敬子、澁谷知子、鄭凡喜「有機栽培したダイズの生育と収量」『第 230 回日本作物学会講演会』2010, 100-101
 - 33) 御子柴公人監修・農文協編「写真図解転作ダイズ 400 キロどり」農文協, 38
 - 34) 渡邊寛明、澁谷知子、黒川俊二「温暖地以北の大豆畑における帰化アサガオ類の発生状況と被害内容」『平成 21 年度「関東東海北陸農業」研究成果情報』独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構

Ⅱ . 有機大豆作の栽培技術解説

目 次

1. 品種の選択と採種		5. 栽培管理技術	
1) 品種の選択	271	1) 播種時の湿害対策	284
(1) 品種選択の考え方	271	(1) 種子の調湿	284
(2) 品種の現状	272	(2) 有芯部分耕起	285
2) 種子更新と自家採種	272	(3) 畝立て播種法	285
(1) 種子の更新	272	2) 中耕・培土	285
(2) 自家採種の方法	272	3) 灌水	286
(3) 有機栽培用種子の入手法	276	6. 病虫害防除対策	
2. 土づくり対策		1) 主な虫害の発生生態と対策	287
(1) 有機質資材の施用	276	(1) ハスモンヨトウ	287
(2) 理化学性の改善	277	(2) カメムシ類	288
3. 圃場排水対策		(3) アブラムシ類	289
1) 営農排水対策	277	(4) ダイズシストセンチュウ	290
(1) 明渠	277	(5) タネバエ	291
(2) 心土破碎	278	(6) マメシクイガ	291
(3) 弾丸暗渠	278	(7) マメハンミョウ	292
2) 圃場整備による排水対策	278	(8) ウコンノメイガ	293
(1) 暗渠排水	279	(9) シロイチモンジマダラメイガ	293
(2) 地下灌漑方式による排水対策	279	2) 主な病害の発生生態と対策	294
4. 雑草防除対策		(1) 紫斑病	294
1) 機械除草	281	(2) ウイルス病	294
2) 田畑輪換	283	(3) 立枯性病害	295
(1) 田畑輪換による雑草防除の考え方	283	7. 収穫・乾燥・調製	
(2) 田畑輪換による雑草抑制効果	283	1) 収穫の時期と方法	296
		2) 大豆刈取機による収穫	297
		3) コンバインによる収穫と乾燥	298

1. 品種の選択と採種

1) 品種の選択

(1) 品種選択の考え方

栽培品種は、有機栽培の場合でも特別な事情がない限り奨励品種から選択する。品種選定に当たっては(独)農研機構や各都道府県の試験研究機関、農業普及指導センターとも相談して検討する。有機栽培に適する品種の検討例は少ないが、地域内の先駆的な有機栽培者の経験や情報も参考にして決定する。その際、経営形態、栽培の容易さ、病虫害抵抗性の有無に加え、流通や実需者ニーズ等を総合的に勘案する必要がある。

また、地域適応性の高いブランドや有機栽培農産物の有利販売や病虫害を回避する栽培時期を狙い、在来種を選択する選択肢もあり得る。

在来種は適地が限定されるので、先駆的な取組事例も参考にする。在来種は地域適応性が高いだけでなく、食味等の面で特徴をもつ品種があり、自家での調理向けや味噌・醤油加工向け、さらには直売所などでも根強い人気がある。しかし、こうした在来種の場合、自家での加工・販売や加工企業との提携による生産物の販売体制の構築が必要である。また、在来種の種子は自家採種で伝承され、種苗店での取扱いも少ないため、種苗交換会での入手や知人からの頒布に依存せざるを得ないなど種子の入手には制約がある。

地域別に見た品種選択の留意点は以下の通りである。

①寒冷地

寒冷地は南北に長い上に、積雪のある日本海側と積雪の少ない太平洋側で、気象条件が大きく異なるので、各道県の奨励品種の中から耐病虫害性、密植適応性、晩播適応性、早晩性、機械化適応性、耐冷性、水田転換畑適応性などを考慮して選択する。特に気温の低い地域では、早生系の低温抵抗性がある品種を選択する。

寒冷地の大豆作は全体として作付規模が大きく、機械化作業体系が普及しているので、最下着

莢節位が高く機械化作業に適した品種が望まれる。また、わい化病の発生が多い地域ではわい化病抵抗性品種を、長期転換圃場や畑大豆ではダイズシストセンチュウ抵抗性を持つ奨励品種を選択する。

北海道の在来種では、「石狩緑」(青大豆)や「白鶴の子」(黄大豆)、「中生光黒」(黒大豆)などが、東北地方では「ミヤギシロメ」(黄大豆)のほか、「鞍掛豆」(青大豆)等が知られている。

②中間地

中間地は東北南部、関東、東山、北陸、近畿北部、山陰に及ぶが、経営規模や流通販売先を考慮して、各府県の奨励品種から選択する。その際、近くの有機栽培農家の経験を参考にするとよい。

一般には、「エンレイ」、「タチナガハ」の作付けが多い。日本海側から関東北部では寒冷地の、関東南部や山陰では温暖地の品種なども参考になる。ダイズモザイクウィルスは地域ごとにレースが異なるので、対応したレースに抵抗性を持つ品種の選択が必要である。転作畑でも畑地利用期間が長い場合は、ダイズシストセンチュウ抵抗性を考慮する。集団転作等で作付規模が大きい場合には、機械化作業適応性を考慮する。

中間地の在来品種には、「栃木在来」(栃木県)、「八郷在来ふくめ」(茨城県)、「おがわ青山在来」(埼玉県)、「小糸在来」(千葉県)、「さとういらす」(新潟県)、「津久井在来」(神奈川県)、「ミズクグリ」(滋賀県)等があるが、地域の広がりが大きく品種特性がかなり異なるので、利用の際は地域性を十分に考慮する必要がある。

③温暖地

東海以西の温暖地では、東海の一部や九州を除き概して小規模作付農家が多い。奨励品種に特化しており、東海、九州では「フクユタカ」の作付けが8割以上である。ただし、近畿圏では奨励品種以外の多様な品種選択が見られ、在来の黒大豆から育成された品種も多い。

ダイズモザイクウィルスが問題となる地域では、発生レースに対応した品種選択が必要であり、畑

地や長期転換畑ではダイズシストセンチュウ抵抗性も考慮する。温暖地で問題になるハスモンヨトウについても、近年抵抗性が強い品種（「フクミノリ」、「すずかれん」等）が育成されている。機械化の進んでいる地域では、機械化作業適応性等も考慮する。

温暖地の在来品種には「美里在来」（三重県）、「玉光」（東海）、「中鉄砲」（東海）、「丹波黒」（京都府、兵庫県）、「年貢大豆」（大分県）等がある。

（2）品種の現状

日本の大豆品種の大半は（独）農研機構で育成されており、その中でも「フクユタカ」、「エンレイ」、「タチナガハ」、「リュウホウ」などが比較的広範囲で栽培されている。しかし、「フクユタカ」は目色が淡褐色で裂皮しやすいことが、「タチナガハ」は低タンパクや青立ち被害の頻発が、「エンレイ」は台風や低温などの気象災害を受けやすく青立ちが多いなどの問題が指摘されている。そのため、以下のようなことを目標とした新品種の育成が続けられている。

- i. 安定的な生産を可能とする耐病虫性やストレス耐性の強化
- ii. 用途に応じたさらなる高品質化
- iii. 規模拡大、低コスト化が可能となる機械化適性の付与

道府県でも県単育成品種を含めて、各々の地域に適合した奨励品種を定めており、作物栽培技術指針等で詳しい情報を開示しているため、有機栽培においても、原則として奨励品種を参考に品種を選択する。一般に、北海道や九州など作付規模が大きく、大消費地から遠隔に位置している地域や大規模作付を行っている経営体においては、加工企業からの要請もあって、奨励品種を使用している例が多い。しかし、特定需要を開拓したり、加工販売やインターネット等による直接販売、あるいは消費地に近い関東や近畿圏では、差別化をねらった在来種の作付例も多い。

次頁の表Ⅱ-1に、各道府県における主要品種（概ね作付品種の80%以上のシェアを占める

品種）を掲載した。

2）種子更新と自家採種

（1）種子の更新

大豆は閉花受粉で自殖率は99%以上と高く、自家採種の継続も可能である。ただし、産地銘柄出荷等一定品質を維持する必要がある場合は、少なくとも数年に1回は種子を更新しなくてはならない。

有機栽培で在来種を栽培する場合には、自家採種による種子の確保が必要である。また、産地銘柄にこだわらない場合は、自家採種で種子を確保しても良い。ただし、自家採種はウィルス病等の病害を蔓延させる危険性もあるほか、種子の保存状態が悪いと発芽・苗立ちを損なうので注意が必要である。

（2）自家採種の方法

自家採種の際には、一斉収穫したものの中から種子用の大豆を無作為に選ぶのではなく、まず立毛中にウィルスや葉まき、虫害などのない株の選択から始める。隣接した株であっても虫害を受けていることもあるので、株張り、莢付きの良い健全な株だけを選ぶ。

自家採種の場合も刈取り時期は通常の収穫適期に行うが、一斉収穫に先立ち、選んだ株だけを丁寧に手刈りする。また、刈取り直前に雨に当たらないよう少々早くても降雨前に刈取り、刈り取った株は雨が当たらない風通しの良い日陰で、吊すか立てかけた状態で乾燥させる。莢が自然に開くようになったら、足踏み脱穀機かゴザの上や桶の中等で軽く叩いて脱粒する。脱粒後は目の粗いフルイ等でゴミや小粒、虫害粒、破砕粒を取り除き、紫斑病等が出ていないものを選んで翌年の種子にする（図Ⅱ-1）。なお、乾燥が不十分だったり、



図Ⅱ-1 自家採種の手順

表Ⅱ-1 県別主要品種別用途と早晩性 (国産大豆品種の事典2010より作表)

府県	奨励品種	用途						早晩性			
		豆腐	味噌	煮豆	納豆	◎は主用途 豆乳	その他	中生		晩生	
								早	晩	早	晩
北海道*	ユキホマレ	○	◎	◎	◎			○			
	スズマル				◎				○		
	トヨムスメ	○		◎					○		
	いわいくろ			◎					○		
	ユキシズカ				◎				○		
	トヨコマチ	○		◎				○			
	トヨハルカ	○	◎	◎	◎				○		
	トヨホマレ	○		◎					○		
	キタムスメ		◎		○				○		
ツルムスメ			◎					○			
青森	おおすず	◎		○				○			
	オクシロメ	◎							○		
岩手	ナンブシロメ	◎							○		
	スズカリ	◎							○		
	リュウホウ	◎		○						○	
	ミヤギシロメ	○		◎			菓子				○
	コスズ				◎				○		
	ユキホマレ	○	◎	◎	◎			○			
	青丸くん	◎						○			
	すずほのか				◎			○			
宮城	ミヤギシロメ	○		◎			菓子				○
	タンレイ	◎							○		
	タチナガハ	○		◎					○		
	あやこがね	◎	○						○		
	きぬさやか	◎				◎					○
	コスズ				◎				○		
	すずほのか				◎			○			
	スズユタカ	◎							○		
秋田*	リュウホウ	◎		○					○		
	すずさやか	◎				◎			○		
	タチユタカ	◎			○				○		
	おおすず	◎		○				○			
	コスズ				◎				○		
山形	エンレイ	◎	○						○		
	リュウホウ	◎		○					○		
	タチユタカ	◎			○				○		
	あやこがね	◎	○						○		
	すずかおり				◎				○		
	スズユタカ	◎							○		
福島	タチナガハ	○		◎					○		
	スズユタカ	◎							○		
	ふくいぶき	◎							○		
	コスズ				◎				○		
	すずほのか				◎			○			
	おおすず	◎		○				○			
	あやこがね	◎	○						○		
茨城	タチナガハ	○		◎					○		
	納豆小粒				◎				○		
	ハタユタカ	◎		○						○	
栃木	タチナガハ	○		◎					○		
	納豆小粒				◎				○		
	すずさやか	◎				◎			○		
群馬**	タチナガハ	○		◎					○		
	オオツル	○	○	◎					○		
	ハタユタカ	◎		○						○	

府県	奨励品種	用 途					早晩性			
		豆腐	味噌	煮豆	納豆	◎は主用途 豆乳 その他	中生		晩生	
						早	晩	早	晩	
埼玉	タチナガハ	○		◎			○			
	エンレイ	◎	○				○			
千葉	フクユタカ	◎						○		
	タマホマレ	○	◎						○	
	サチユタカ	◎					○			
	タチナガハ ヒュウガ	○		◎			○			
山梨**	ナカセンナリ	◎	○					○		
	あやこがね	◎	○				○			
	エンレイ	◎	○				○			
長野*	ナカセンナリ	◎	○					○		
	タチナガハ	○		◎				○		
	ギンレイ	◎	○						○	
	つぶほまれ	◎	◎	◎					○	
	すずろまん				◎			○		
	玉大黒			◎			○			
	あやこがね	◎	○					○		
静岡	フクユタカ	◎						○		
新潟	エンレイ	◎	○				○			
	あやこがね	◎	○					○		
	タチナガハ	○		◎				○		
	すずろまん				◎			○		
	岩手みどり									
	コスズ スズユタカ	◎					○		○	
富山	エンレイ	◎	○				○			
	オオツル	○	○	◎				○		
	フクユタカ	◎							○	
石川	エンレイ	◎	○				○			
	あやこがね	◎	○					○		
	フクユタカ	◎							○	
	サチユタカ	◎						○		
	コスズ				◎		○			
福井*	エンレイ	◎	○				○			
	あやこがね	◎	○					○		
	フクユタカ	◎							○	
岐阜*	フクユタカ	◎						○		
	タチナガハ	○		◎				○		
	アキシロメ	◎						○		
愛知*	フクユタカ	◎						○		
	すずおとめ				◎			○		
三重	フクユタカ	◎						○		
	すずおとめ				◎			○		
	タマホマレ	○	◎						○	
	オオツル	○	○	◎				○		
滋賀	フクユタカ	◎						○		
	オオツル	○	○	◎				○		
	タマホマレ	○	◎						○	
	丹波黒			◎		枝豆			○	
エンレイ	◎	○				○				
京都	新丹波黒			◎		枝豆			○	
	オオツル	○	○	◎				○		
	タマホマレ	○	◎						○	
	サチユタカ	◎						○		
	エンレイ	◎	○				○			

府県	奨励品種	用 途					早晩性			
		豆腐	味噌	煮豆	納豆	◎は主用途 豆乳 その他	中生		晩生	
						早	晩	早	晩	
大阪**	タマホマレ	○	◎						○	
	サチユタカ	◎					○			
	オオツル	○	○	◎			○			
	丹波黒			◎		枝豆			○	
兵庫*	丹波黒			◎		枝豆			○	
	サチユタカ	◎					○			
	夢さよう	◎								
	タマホマレ	○	◎						○	
	オオツル	○	○	◎			○			
奈良**	サチユタカ	◎					○			
	あやみどり	◎								
鳥取	サチユタカ	◎					○			
	タマホマレ	○	◎						○	
	すずこがね	◎					○			
島根	サチユタカ	◎					○			
	タマホマレ	○	◎						○	
	フクユタカ	◎						○		
	ナカセンナリ	◎	○					○		
岡山	丹波黒			◎		枝豆			○	
	サチユタカ	◎					○			
	タマホマレ	○	◎						○	
	フクユタカ	◎						○		
広島*	サチユタカ	◎					○			
	アキシロメ	◎					○			
	ハタユタカ	◎		○					○	
山口	サチユタカ	◎					○			
	フクユタカ	◎							○	
徳島	フクユタカ	◎						○		
香川	フクユタカ	◎							○	
	丹波黒			◎		枝豆			○	
愛媛	フクユタカ	◎						○		
	タマホマレ	○	◎						○	
	サチユタカ	◎					○			
	丹波黒			◎		枝豆			○	
高知*	フクユタカ	◎						○		
福岡	フクユタカ	◎							○	
	すずおとめ				◎		○			
	キヨミドリ	◎					○			
佐賀	フクユタカ	◎						○		
	むらゆたか	◎						○		
	すずおとめ				◎		○			
長崎*	フクユタカ	◎						○		
熊本	フクユタカ	◎						○		
	すずおとめ				◎		○			
大分	むらゆたか	◎						○		
	フクユタカ	◎						○		
	トヨシロメ								○	
	エルスター					◎		○		
	すずおとめ				◎		○			
宮崎	フクユタカ	◎						○		
	キヨミドリ	◎					○			
鹿児島	フクユタカ	◎						○		

注1：平成21年度の作付面積に基づき、概ね各道府県の80%以上のシェアを占める品種を掲載した。

本表掲載品種で全国の大豆作付面積の94%を占める。

注2：*は本表以外にも奨励品種がある道府県。**は本表掲載の品種で府県内シェア80%未満の府県。

山梨県は奨励品種（本表以外を含む）の作付面積が57%しかなくその他の品種が多い。

保管場所の湿度が高いと、カビが生えたり変色するので、子実水分は14%以下に乾燥し、低温の場所で保管する。

(3) 有機栽培用種子の入手法

有機栽培を始める際には、有機栽培で生産された種子を求める。有機JASの認定を受けるには、有機栽培で生産した種苗の使用が原則であるが、現在そういう種子を頒布している公的機関はないので、自家採種を行っている有機栽培農家から分けてもらうか、やむをえない場合にはJA等から一般種子を頒布してもらう。また、各都道府県の有機農業研究会などが種苗交換会（写真Ⅱ-1）を開催している場合には、そうした場で相談することを勧めたい。なお、日本有機農業研究会種苗部では、一般的な有機栽培種子の普及を推進する立場から HP（<http://www.joaa.net/kakubu/syubyo-syubyo.html>）で相談を受け付けている。

大豆は地域ごとに固有の品種が成立してきた経緯があり、品種の地域適応幅が狭いので、在来種を選択する場合には周辺地域から探し、次いで県内へと広げるのが良い。インターネット等で遠い地域の在来種を入手すると茎葉が茂っても結実が著しく劣ったり、登熟前に霜などに遭い登熟不良になることがあるので注意を要する。



写真Ⅱ-1 種子交換会の様子（熱海市）

（提供：（財）自然農法センター）

2. 土づくり対策

土づくりで重要な役割を果たす有機物資材の利用や留意事項は、有機稲作とも共通の内容が多

いので、重複を避け（第2部「Ⅰ. 有機稲作の基本技術」、「Ⅱ. 有機稲作の栽培技術解説」の土づくりの項を参照されたい）、本項では慣行栽培圃場から有機大豆作へ移行時の土づくりを中心に解説する。

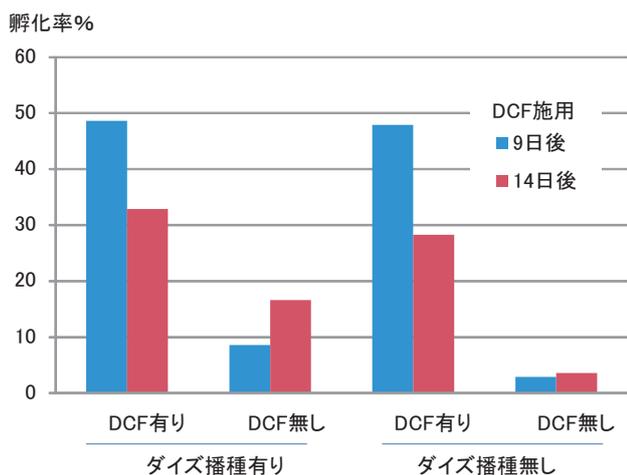
(1) 有機質資材の施用

転作田での有機大豆作を開始する場合、稲作時に常時稲わら等を圃場に還元（稲刈り後に鋤込む等）してきた圃場では、地力窒素が多い。そのような場合には有機栽培に移行する際、特に堆肥等の施用による土づくりを意識する必要はない。ただし、中間地から温暖地にかけては、裏作に麦類を作付ける場合や稲わらを持ち出している稲作田では、前年秋に堆肥の施用を行う必要がある。

その際、熟成した堆肥を施用する必要があるが、鶏糞や油かす類だけでは窒素含有量が高く、炭素量が少ないため、土づくりの面からは適切とは言えない。そこで、稲わらや籾殻等を原料とした堆肥が望ましいが、入手困難な場合には、敷料を多く含む牛糞堆肥が望ましく、入手が比較的容易である。

有機栽培へ移行する際留意すべき点は、畑地利用期間が長い転換田や普通畑を利用する場合である。こうした圃場では地力窒素が低下している可能性があり、また、作付履歴によってはダイズシストセンチュウの密度が高いこともあるので、できれば1年間休耕して堆肥を施用し、夏秋期にはクロタリヤやエン麦等を、冬季間にはアカクローバーやクリムゾンクローバー、緑肥用麦等を作付けて地力の向上を図り、ダイズシストセンチュウの密度を低下させることが望まれる。休耕が困難でも秋の堆肥施用とアカクローバー等の作付けは実施しておきたい。このことは、耕作放棄地を復元する場合も同様で、堆肥施用と緑肥作物の作付けは圃場内の生態系の発達を促す。圃場内の生態系を豊かにする観点から、腐葉土に米ぬかを混ぜて圃場に施用することも有効である。

堆肥の施用量は施用時期や大豆の播種までの



図Ⅱ-2 乾燥牛糞(DCF)の施用とダイズの播種の有無がダイズシストセンチュウの孵化率に及ぼす影響

(大林隆司ほか2010より作図)

期間、使用する堆肥の質により異なるが、初期の段階には、概ね寒冷地では1~2t/10a、中間地で2~3t/10a程度、暖地では3~5t/10aを目安(牛糞の場合はその半分程度)に施用し、土づくりを促進する。ただし、牛糞の使用に当たっては、乾燥牛糞を施用するとダイズシストセンチュウのシストの孵化率が高まるという試験結果(図Ⅱ-2)があるので、大豆の播種直前の牛糞施用は危険である。孵化したセンチュウは宿主作物がないと長期生存ができないので、大豆播種までに最低でも1カ月以上空け、ダイズシストセンチュウの密度を下げるとよい。

(2) 理化学性の改善

圃場の排水性を確保し、堆肥等の施用を行った後に、土壌の理化学性についての改善を行う。有機栽培の場合の理化学性の目標値は一般的な数値を目安とし、乾土100g当たりリン酸20mg、加里20mg、石灰200mg、苦土30mg程度(塩基飽和度は80%程度を目安とする)であればよい。ただし、大豆の好適pHは6.0~6.5であり、土壌酸性化の影響は大豆より根粒菌の方が影響を受けるので、転換畑や耕作放棄地等からの復元の際には必ずpHを測定し、これより低ければ有機石灰等で矯正する。

3. 圃場排水対策

大豆は圃場の排水が悪いと根群が浅くなり、根粒菌の活性も低下する。大豆栽培に望ましい圃場は、降雨後の湛水期間が半日以内で、地下水位は40cm内外である。この水準を超える排水不良地では平畦での栽培は困難であり、圃場の排水対策を強化するほか、高畦栽培を行う必要がある。

転作圃場の排水対策は慣行栽培でも大豆多収化の前提であり、関係機関から多くの情報が提供されている。圃場排水対策を大別すると、毎作ごとに実施が必要な明渠排水や心土破碎または弾丸暗渠と、一旦行えば恒常的に圃場排水が改善される暗渠の敷設や客土等がある。

1) 営農排水対策

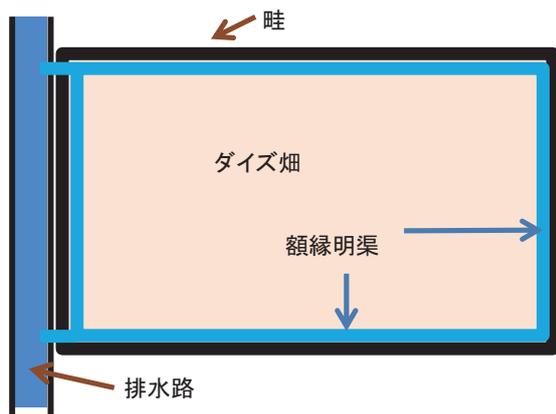
耕種管理の一環として行う営農排水対策の方法には、地表水を排水する明渠と地下への浸透を改善する心土破碎や簡易暗渠がある。いずれもトラクターに装着するアタッチメントが開発されているので、大規模な大豆作付時や集落・グループで共同保有すれば経営規模が小さくても利用できる。ただし、同一機械を慣行栽培と有機栽培の両方で使用する場合や、一部圃場でダイズシストセンチュウ等の被害が出ている場合には、土壌汚染が起こらないように、トラクターや作業機の洗浄には特に留意する。

(1) 明渠

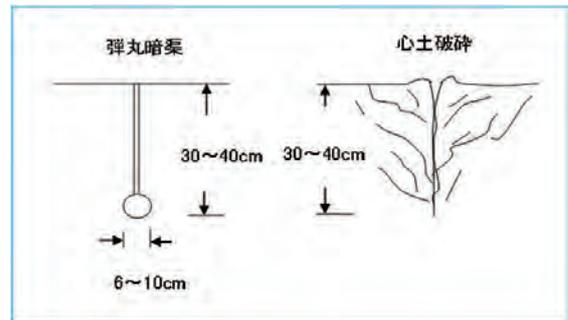
明渠は圃場内に深さ20~30cmの溝を掘って地表水を排水する方法である。圃場の外周に沿って設置する明渠を額縁明渠(図Ⅱ-3、4)、播種条に沿って設置する明渠を圃場内明渠と呼んでいる。いずれも排水路または本明渠につなげ、確実に圃場外に排水する必要がある。

なお、心土破碎や弾丸暗渠を併用する場合は、その施行深の深さまで溝を掘っておく必要がある。

簡易明渠の施工には、トラクターで牽引するような溝掘り機が市販されているので、装備があれば容易に施工できる。



図Ⅱ-3 額縁明渠施工のイメージ



図Ⅱ-5 弾丸暗渠と心土破碎の施行イメージ
((社)全国農業改良普及支援協会 HP)



図Ⅱ-4 ディスクタイプの溝掘り機（左）とロータタイプの溝掘り機（右）

図は溝断面模式図（スガノ農機HPより作図）

(2) 心土破碎

転作畑の鋤床や大型トラクター等での作業の圧密により形成された耕盤がある圃場では、これらの緻密層を膨軟にすることで降水時における圃場の縦浸透能力を改善する。作業にはトラクターで牽引するサブソイラ（チゼルプラウ）やパンブレーカ（サブソイラのチゼルに翼を付けて破碎効果を高めている）が用いられる（図Ⅱ-5）。

鋤床や耕盤は作土層下から数十cmに及ぶこともあり、事前に試抗を掘って深さを確認しておくことよい。心土破碎は5m程度の間隔で行うが、重粘土壌の場合は間隔を狭め、また震動式のサブソイラの方が効率的である（写真Ⅱ-2）。

(3) 弾丸暗渠

弾丸暗渠とは地面に挿した弾丸（モールドレーナ）で土中に水孔を開けて圃場表層の排水を迅速に行わせる方法で、サブソイラの先端に弾丸を付ければ心土破碎と同時に施行できる（写真Ⅱ



写真Ⅱ-2 サブソイラによる心土破碎作業
（株式会社クボタ資料）

一3）。弾丸暗渠は圃場内の明渠に排水する必要があるため、圃場内明渠より深くしない。ただし、既に本暗渠が施行されていて、補助暗渠として施行する場合は、本暗渠の疎水材と交叉するような深さに施行する。

2) 圃場整備による排水対策

地下水位が高い圃場では、暗渠排水の施工によって地下への排水を強化する。暗渠排水は地



写真Ⅱ-3 弾丸暗渠の付いたサブソイラ（左）と弾丸の形状（右）

((社)全国農業改良普及支援協会 HP)

表下60～100cmに埋設したコルゲート管（合成樹脂管）や素焼土管を通して土壌水の排水を行うもので、土壌の浸透性が高い場合は埋設した位置まで地下水位を下げられる。しかし、大豆栽培では開花期以降に水が必要で、乾燥が続く際は灌水が必要になるので、近年、暗渠管を利用して作物の生育に適した地下水位を任意に制御できる機構を持った暗渠システムが考案された。

本システムで田畑輪換が容易になり、水田の畑地化の際には暗渠排水機能を持ち、水田への復元の際には暗渠排水孔の出口を塞いだ上で、地下の暗渠配水管から速やかな入水が可能になる。その際、通常の用水路からの通水とは違い雑草種子の流入を防げるので、特に有機栽培にも適している。

(1) 暗渠排水

暗渠排水では地下60～100cmほどの深さに粗朶木を束ねた物や素焼きの土管等を埋設して排水用の水路とし、それを通じて地表及び地中の余剰水を圃場外の排水路や明渠に導いて排水する方法である。近年はより耐久性が高く作業が容易なPP製のコルゲート管が使われている。排水路に地表の余剰水を集めるために、水路は疎水材と呼ばれる透水性が良く比較的硬くて耐久性のある貝殻や小砂利、粗殻等で埋め戻される。

暗渠排水では地表水の排水に限らず、埋設した深さまで地下水位が下がるので作物の根圏が広がるほか、土壌構造が発達しやすい利点がある。特に、低湿地や中山間地水田等で地下水位が高い圃場では、暗渠排水の敷設による圃場排水が

必要になる。

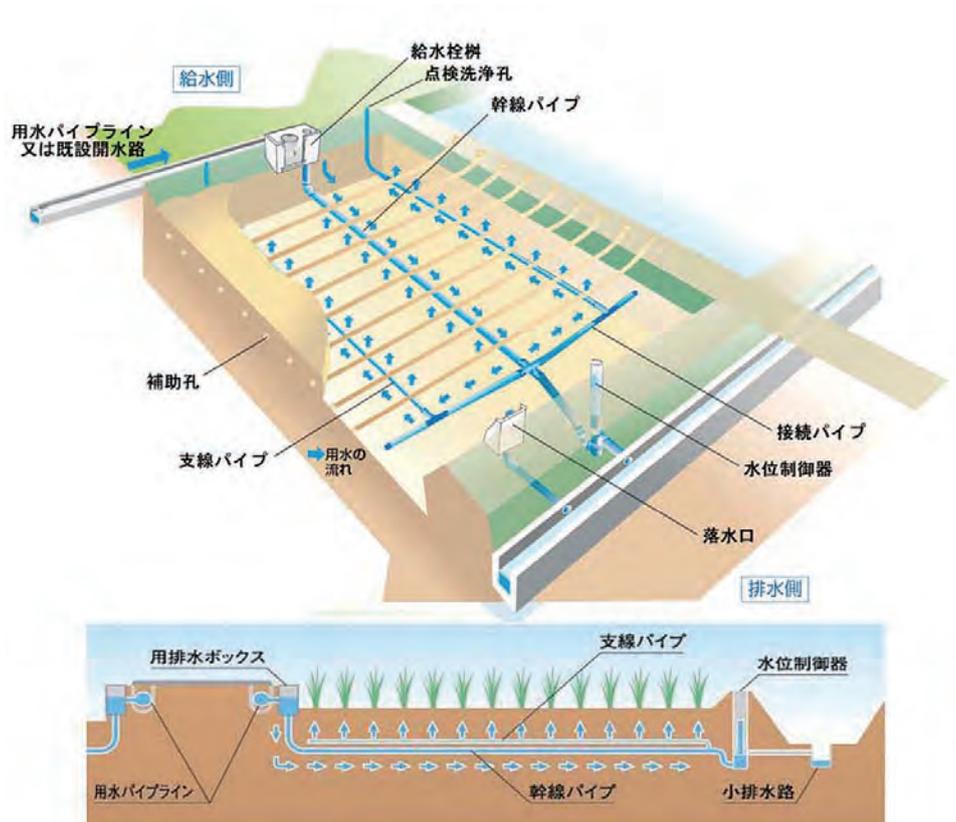
(2) 地下灌漑方式による排水対策

①地下水位制御システム

暗渠排水で地下水位は下げられるが、大豆作では開花期以降の生育・降雨の状況に応じて灌水が必要になる。灌水を暗渠排水側から入水する発想は以前からあったが、暗渠管内に泥・土砂が堆積するなど問題があり、実用化していなかった。

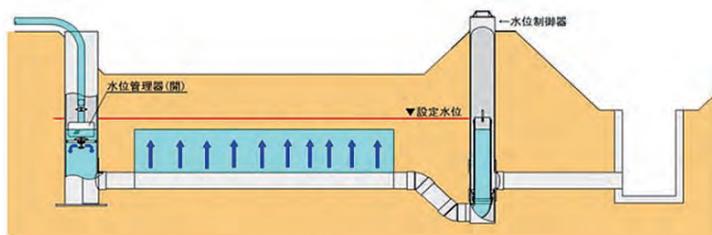
(独)農研機構農村工学研究所と株式会社パディ研究所が開発した「地下水位制御システム」(FOEAS)は、暗渠を地下水位を下げる機能だけでなく灌水にも使う発想を具体化した工法で、水田を水稻にも畑作物にも利用していく上で有用な技術として普及が始まっている。FOEASは従来の排水一方だった暗渠排水の両端に入水用と排水用の枡を設置し、管内への泥・土砂の流入・堆積を防ぐ構造を持つ。本法では畑作利用時は暗渠排水と同様に埋設したコルゲート管の深さまで、稲作時は水深20cmまで地下水位を任意に変えることが可能である(図Ⅱ-6、図Ⅱ-7)。本法の特徴、施工や利用法については以下のサイトが参考になる。

- 農研機構中央農業総合研究センター HP:
<http://www.naro.affrc.go.jp/narc/contents/foeas/index.html>
- クボタシーアイ株式会社 HP : <http://www.kubota-ci.co.jp/foeas>。

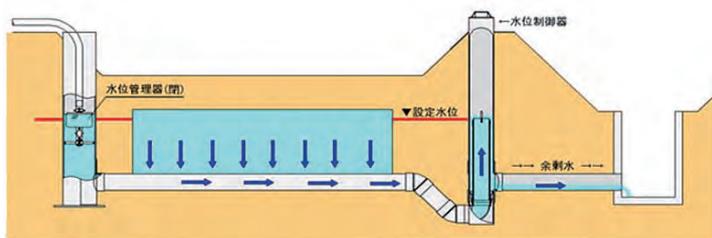


図Ⅱ-6 地下水位制御システム（イメージ図）（農林水産省 2011）

地下水位が低い時は設定水位
まで用水を供給する。



降雨により地下水位が高い時
は設定水位まで排水



図Ⅱ-7 地下水位制御システムにおける水位設定に伴う水位管理機器の作動と水の移動

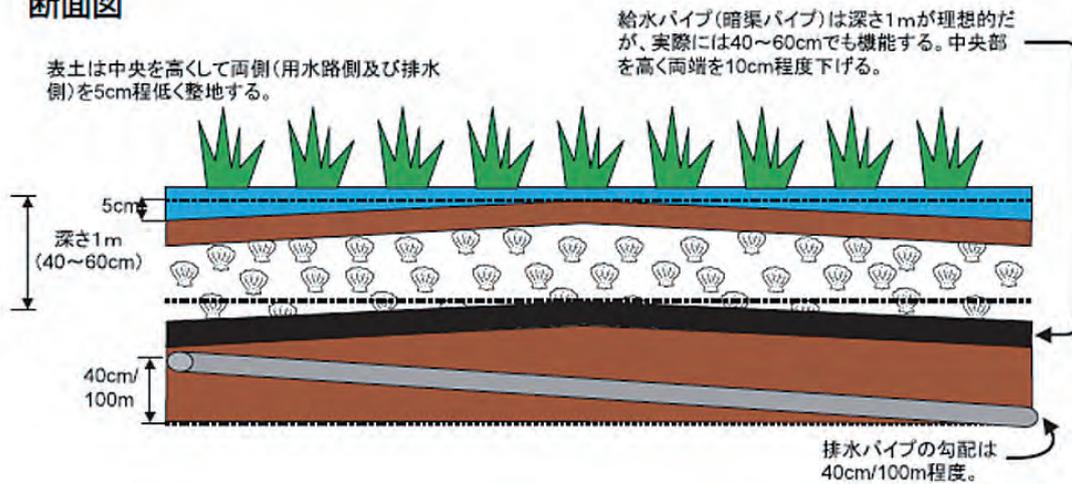
((独)農研機構中央農業総合研究センター 2009)

②地下かんがい普及会による地下水位調整システム

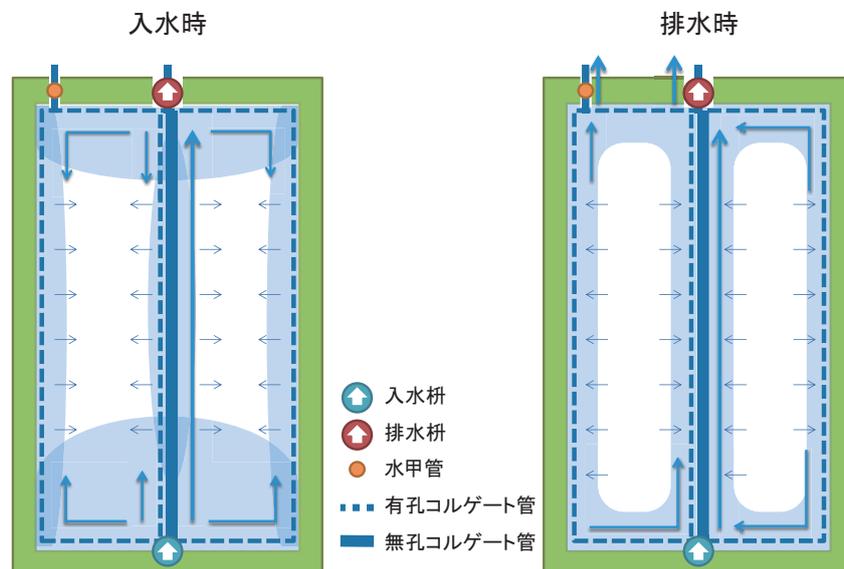
福士武造氏（青森県）が考案した地下水位調整システムは、FOEASと同様に地下水位を60～0cm、地上水を15cmまで無段階に調整でき、水田の畑利用や稲作田への復元を容易に行うことが

できる（図Ⅱ-8、図Ⅱ-9）。本システムでは水田を囲むように外周の畦畔に沿って暗渠管を敷設するため、隣接水田からの漏水を防ぐことも可能である。また、入水柵と排水柵を無孔コルゲート管で繋いで両端から入水するので、灌水効率が低い形状になっている。本法の特徴は疎水材や

断面図



図Ⅱ-8 富士式地下灌漑システム断面図 ((株)EM研究所2005)



入水柵より供給された水は入水柵側の有孔コルゲート管を通じて拡がると同時に、無孔コルゲート管をバイパスして、排水柵側からも拡がるので、速やかに圃場全体に給水することが可能。

排水マスの水位調整板および水閘を解放することにより、地下約80cmから排水される。田面水および地下水は敷設したコルゲート管や疎水材を伝って、圃場全体の水は迅速に排水できる。

図Ⅱ-9 富士式地下灌漑システムの入排水イメージ ((財)自然農法センター2011)

資材の入手を地域でできれば、コルゲート管の接続等でややコツを要するが、農家自らの施行が可能で、その分施工経費を安くできる。

4. 雑草防除対策

1) 機械除草

有機大豆作では、大豆が地面を覆うまでに発生する雑草をいかに抑制するかが重要であり、中

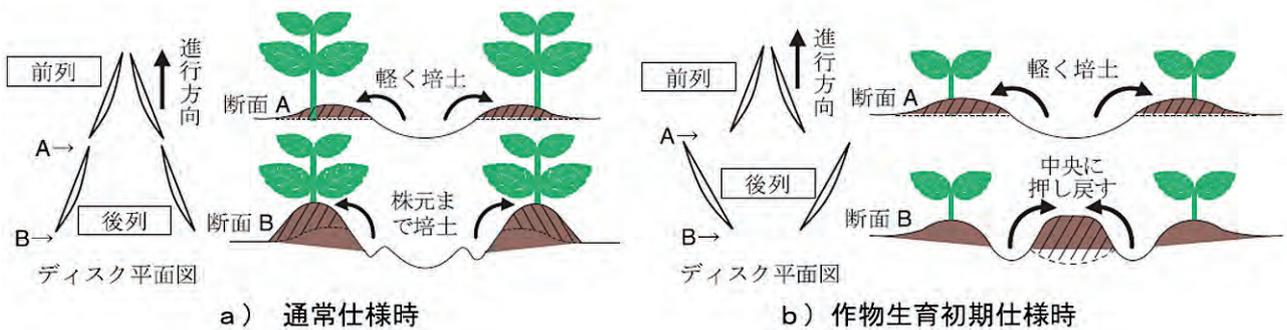
耕・除草は欠かせない作業である。中耕・除草は適期に行わないと抑草効果が劣るが、開花前の中耕の時期は梅雨期後半に当たることが多く、耕耘作業そのものが適期に行えない場合が多い。市販されている作業機もいろいろあるので、圃場の条件や作業側の事情に合わせ選択する。

①ロータリーカルチベーター

一般に大豆等畑作栽培で用いられるなた刃の付いた中耕管理機を指し、大豆栽培では最も多く



写真Ⅱ-4 ロータリーカルチベーター（北海道Hファーム）



a) 通常仕様時

b) 作物生育初期仕様時

図Ⅱ-10 ディスク式中耕除草の作業イメージ

(新農業機械実用化促進株式会社 高精度畑用中耕除草機パンフレット)

使われている。本機は作業機によって作業幅が決まっているので、大豆株に近すぎるとロータリーに巻き込んだり根を傷めるので、大豆が条間を埋めるほどに茂ってからは作業を行えない。また作条に合わせて刃の数を減らすなどの工夫が必要である（写真Ⅱ-4）。

②ディスク式中耕除草機

ロータリーカルチベーターは土壌水分の多い条件で使用すると土を練ったり固めてしまう欠点があり、また、作業速度が遅いため大規模栽培では導入が難しいとされてきた。（独）農研機構生研センター（基礎技術研究部）ではこうした欠点を克服するため、2対のディスクによる高精度畑用中耕除草機を開発し、農機具製造会社からの市販が始まっている（図Ⅱ-10、写真Ⅱ-5）。本機は土壌水分が高い圃場のほか、礫が多い圃場でも使用できることが特徴である。

③その他の除草器具・機械

民間メーカーから固定タイン式の除草機や中耕機が販売されている（写真Ⅱ-6）。本機は針金式の玉カルチを用いて圃場のごく表層土壌を攪拌



写真Ⅱ-5 ダイズ除草ロータ (DJ-3)
(井関農機株式会社HP)



写真Ⅱ-6 玉カルチ除草機
(青森県H氏所有)

することで雑草の幼植物を除去できる。また、比較的根を傷めることなく株元までの中耕が可能なので、大豆に限らず有機栽培農家には広まっている。利用に当たっては、以下のサイトなどを参考に、作付け規模や必要に応じて利用を検討する。

○ (株) Q ホ ー H P : <http://www11.plala.or.jp/qfo/homepage/hatake/ekat/sub1-4.html>

2) 田畑輪換

(1) 田畑輪換による雑草防除の考え方

田畑輪換は水田において水稲作と畑作を数年単位で交代させる栽培方法である。水稲作では湛水状態で栽培が行われるため、畑作と比べ土壌水分含量が大きく異なる。それにより、それぞれの土壌条件に適応した雑草種が優占することになる。畑作時には乾生雑草が優占するが、これを水田に転換すると、高水分条件のため適応できずに衰退していき、代わりに水生または湿生の水田雑草が生育してくる。転換1年目はこれらの水田雑草の発生量は少ないが、その後水田を継続すると3年目には通常の連作水田に近い状態となる。この時点で、水田から畑地に転換すると、優占していた水田雑草は衰退して、メヒシバ、ヒメイヌビエ、スベリヒユ、シロザ、イヌタデなどの乾生雑草が生育してくる。その後畑作を継続すると、3年目には通常の畑地に近い植生となる。

(2) 田畑輪換による雑草抑制効果

このように、水田と畑地を転換することで、それぞれの土壌条件に適応する雑草の生育環境を攪乱させ、雑草発生を抑制することができる。転換

の年数は水田を3年、畑地を3年の合計6年のサイクルを基本とするが、1~2年周期で転換する方法でもコナギ、メヒシバ、スベリヒユ、スズメノテッポウ、ナズナが減少したとする報告がある。

全体として田畑輪換により雑草の発生量は少なくなるが、雑草の草種によって違いがある。これはそれぞれの雑草の種子や栄養繁殖器官が湛水条件下あるいは土壌中でどの程度生存できるかによる。湛水条件下では畑地の多年生雑草であるギシギシ、ヨモギ、スギナなどの地下茎が短期間に死滅することが知られている(表II-2)。一方、水田雑草のウリカワ、ミズガヤツリ、オモダカ、ヒルムシロなどは土壌中で生存期間が長くないため田畑輪換によって防除可能であるが、クログワイは生存期間が長く防除効果は低い(表II-3)。一年生の雑草の場合は一般的に種子の生存期間が長く、一部の雑草を除き、湛水あるいは畑地化によって死滅させることは難しい。

田畑輪換は土壌水分条件を変化させることによって雑草を抑制する防除技術であり、排水性のよい水田では土壌水分を大きく変化させることが可能なため効果が現れやすい。一方、排水性の悪い水田の場合は、畑地にしたときに土壌が十分に乾燥しないため、植生の転換が遅れ気味となり、乾生雑草と水田雑草の両者が生育して雑草発生量が多くなる。従って、田畑輪換により雑草を防除する場合は、圃場の排水性を改良することがポイントとなる。

田畑輪換は雑草の生育に直接的に影響するだけでなく、病害虫の発生を抑制し、土壌の理化学性を改善する。これによって作物の生育が良好と

表II-2 代かき湛水処理の効果

処 理	処理期間 (日)	雑草量(乾物 g/m ²)					同 比 (%)	雑草量(乾物 g/m ²)	
		ギシギシ	ヨモギ	スギナ	多年生計	スズメノ テッポウ		一年生計	
代かき湛水	7	12.6	0.7	—	12.7	23	6.3	77.8	
〃 + 除草剤	7	—	0.3	—	0.3	1	—	0.8	
湛水のみ	20	—	t	—	t	t	—	75.8	
無 処 理	—	52.7	0.6	1.7	55.2	100	1.4	120.4	

注：tは0.1g未満 (小野 1988)

表Ⅱ-3 田畑輪換による水田多年生雑草の防除効果

草種名	畑 転 換 前		水 田 復 元 後	
	発生株数 (株/㎡)	乾物重 (g/㎡)	発生株数 (株/㎡)	乾物重 (g/㎡)
ウリカワ	834	38.5	0	0
クログワイ	728	441.2	384	118.6
ミズガヤツリ	1072	437.3	0	0
オモダカ	52	129.2	0	0
ヒルムシロ	—	162.6	0	0
イヌホタルイ(種子発生)	42	48.2	44	6.4

注：転換畑期間は3年間（草薙1988）

なり、雑草との競合に対抗し、間接的に雑草害を低下させる効果も期待できる。

5. 栽培管理対策

有機大豆作の作付規模や圃場の気象・土壌条件等の営農環境に応じて、適宜必要な技術を選択して栽培する。

1) 播種時の湿害対策

(1) 種子の調湿

保管中の大豆種子は予想以上に乾いているので、これをそのまま水中に浸けると急激に水を吸収して大豆が膨張し、この過程で種皮が破れたり、ひびが入ったりする。播種後にこのような状態になると大豆の種子は発芽能力を失うか、発芽までの時間が遅れ、発芽した苗も弱々しいものになる。

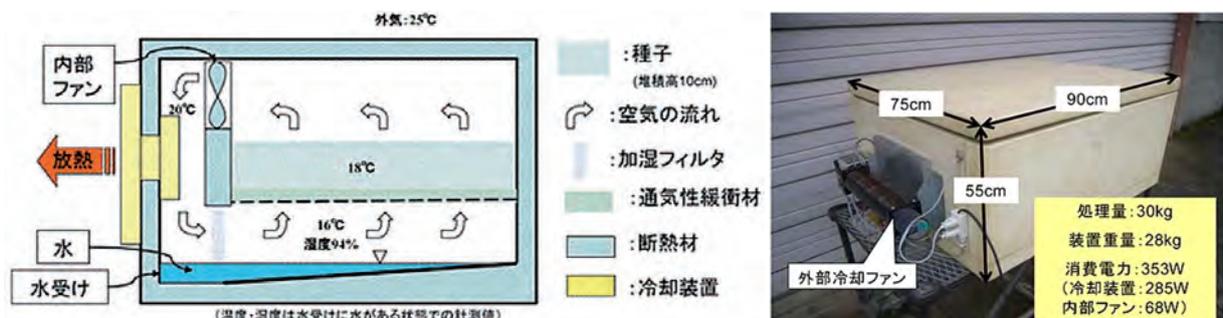
そこで、保管中の種子の水分をある程度高めてから播種をすると、播種後の降雨で大豆が一時的

に水に浸かっても発芽を維持できる。予め大豆の子実水分を高めておく操作を「調湿」と呼んでいる。調湿は以下の手順で行う。

- i. 新聞紙を水稻育苗箱（60cm×30cm）の大きさに切断して水に浸す。
- ii. よく水切りを行い、水稻育苗箱に3枚程度敷く。
- iii. 大豆種子1kgを育苗箱全体に広げ、その上から上記の新聞紙をかける。
- iv. 必要量の箱数を用意したら、積み重ねて全体をシートで覆う。

調湿には3日程度かかり、その後は種子が乾燥しないように密封して冷所保存し、1カ月以内に使用する。また、調湿後の大豆は爪で強く押して軽く爪痕が残る程度になる。

なお、農研機構九州沖縄農業研究センターでは、子実水分量10%の種子を24時間で15%に加湿することが可能な「空気循環式大豆種子加



図Ⅱ-11 九州沖縄農研センターが開発した空気循環式大豆種子加湿装置の概念図(左)と装置外観(右) (農研機HP)



写真Ⅱ-7 有芯部分耕の施工状況（円で囲んだ部分が不耕起部分）

((独)農研機構東北農業総合研究センターHP)

湿装置」(図Ⅱ-11)を開発し、宮崎県等で利用されている。

(2) 有芯部分耕起

有芯部分耕は、農研機構東北農業研究センターが開発した湿害回避のための耕耘法である。市販ロータリーの爪の除去や付け替えて作条部分(幅約20cm)だけを不耕起にすることで、余剰水は畦間の耕起部へ移動するので湿害軽減になると同時に不耕起部分が水分を保持する乾燥害を防止できる(写真Ⅱ-7)。本法は中耕・除草などの管理を従来通りできるため、有機栽培での導入は容易と見られる。

技術内容は次下のサイトを参照されたい。

東北農業研究センター <http://www.naro.affrc.go.jp/tarc/contents/yuushin/index.html>

(3) 畝立て播種法

地下水位の高い平坦な水田地帯や重粘土壌の水田では、各種の排水対策をとっても、大雨が降ると、どうしても圃場の湛水時間が長引き、湿害を受けやすい。そこで、(独)農研センターでは、重粘な土壌の碎土に能力の高いアップカット(逆転)ロータリーにより、耕耘と同時に畝立てを行い、後方に施肥・播種機を取り付け1工程で作業を終わらせる効率的な耕耘法を開発した。また、岩手県農業研究センターでも、同じようなねらいをもって、代かきハローをベースにした小畝立て播種栽培法を開発した。

両方式とも湿害回避と合わせ増収技術として普及が始まっており、中耕・除草などの管理は従来通りできるため、有機栽培でも導入可能と見られる。技術の内容は以下のサイトを参照されたい。

○(独)中央農業研究センター www.naro.affrc.go.jp/event/list/2011/11/017282.html

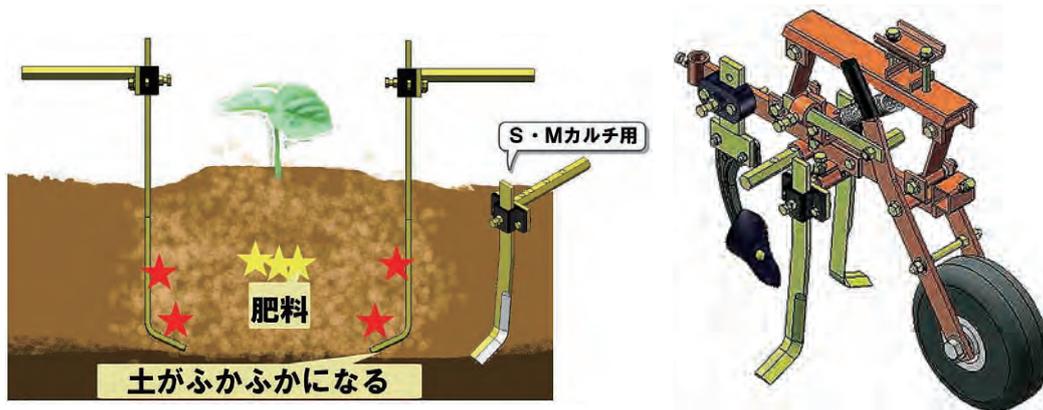
○岩手県農業研究センター http://www.pref.iwate.jp/~hp2088/labo/pdf/08042_kounetate_manual.pdf

2) 中耕・培土

中耕や培土は、土壌の物理性を改善して大豆の根張りを良好にしたり、大豆が倒伏しないよう支持したり、不定根の発生を促すために行われる。これは同時に、除草効果もあるため大豆の有機栽培では地域に関係なく一般的な除草対策として行われる。

中耕・培土によって高い除草効果を発揮させるには、栽培初期に適切に実施することが重要である。一般には、播種後7~10日目には1回目の中耕を行い、その後も10~14日おきに実施する。中耕にはロータリーカルチベーターや爪カルチベーターが用いられるが、爪カルチベーターの方が除草効果は高いとされている。

培土はカルチベーターの後ろに培土板をつけて行うが、畝間を広く取ると大豆の株元まで培土されにくくなるので、そのような場合は培土板の大きさを変えたり、土壌が遠くまで飛ぶようにトラクターの速度を速めることなどの工夫が必要である。中



図Ⅱ－12 Eカッター君による根際中耕のイメージとカルチベーターへの装着
(株式会社QホーHP)

耕・培土の実施回数は、他の作業との兼ね合いや天候によって左右されるが、開花前までにできるだけ多く行くと効果が高い。

カルチベーターに鉄斧のようなアタッチメント（商品名：Eカッター君）を装着し、根際も中耕することで土壌を膨軟にし、排水性を高めることもできる（図Ⅱ－12）。宮城県の有機大豆栽培では、この根際中耕で圃場の排水性を高めた結果、マメシクイガの被害が減少した事例もある。

3) 灌水

大豆は開花期から着莢期、子実肥大期にかけて大量の水を必要とする。この時期に土壌水分が低下すると、落花や落莢が多くなるとともに、子実肥大期間を短縮させ、莢重及び子実の生育を阻害する。干ばつは根粒菌の活動も大きく低下させるため、百粒重が低下する。また、子実が付かないことで、子実にいくべき栄養が茎に残り、収穫時期になっても茎が枯れ上がらない青立ちや莢先熟が発生する（全国農業改良普及支援協会HP）。平坦な水田地帯では地下水位が比較的高いものの、ブロックローテーションなどの集団的な転作が行われる場合には、晴天が続くと特に重粘土壌では畝間に亀裂が生じるようになる。

土づくりが進み土壌の排水性や保水性が高く耕土も深い圃場では、大豆の根茎が深く入り、多少の干ばつも乗り越えることができる。しかし一般に、転作大豆では耕盤により根の伸張が妨げら

れている上に、平坦な田面からくる多雨時の地表排水の悪さもあって、大豆の根の伸張が地表近くに多く分布しているため、水ストレスを強く受けやすい。そこで、開花期から登熟期にかけての大豆の葉が内側に巻くようになったら灌水を行うことが望ましい。灌水時期の目安は、無降雨日数で7～10日とされている。なお、土壌水分の状況に応じて栽培者が客観的に灌水時期を判断できる安価な土壌水分目視計が市販されている（(株)藤原製作所HP）。

灌水の方法は、圃場に畑灌設備がある場合を除いては畝間灌漑が一般的である。灌水は温度の低い夕方から朝方に行く。灌水を行う場合は、土壌全体にまんべんなく水を行きわたらせないと、根の下方部への伸張を妨げるほか、夏の猛暑の時期には根や根粒菌に対し高温水の影響を与えることになり、悪影響をもたらすので、確保できる用水量も考慮して灌水に踏み切る必要がある。

圃場内の滞水は根や根粒菌が湿害に弱いため、水がまんべんなく行きわたれば落水する。また、圃場の排水性が悪い場合には、畝間への灌水量を加減する。一旦灌水を開始すれば、大豆根や根粒菌に対する影響も考え、無降雨が続けば6～7日おきを実施する必要がある。

なお、地下灌漑方式は、大豆に生育の段階に応じて地下部の水分管理を適切に行うことができ、例え播種時に干ばつに遭遇しても地下水位をある程度高め、生育期には40～50cm程度に保つこと

によって大豆及び根粒菌の水分ストレスを低下させることができ、生産力と作業性の向上に寄与することで成果を上げている。

6. 病虫害防除対策

有機大豆作では、発芽・苗立ちを良好にさせることとともに、害虫対策が最も大きな克服すべき課題になっている。有機大豆作を定着させている地域や農業者は、病虫害をあまり問題にしていなが、新規の有機大豆作者にとっては、害虫で苦い目にあい栽培を諦めた人も多いという。

そこで、予め主要な病虫害の発生要因や被害状況を知り、その対処法を知っておく必要がある。なお、(独)近畿中国四国農業研究センターでは、大豆に発生する病虫害を容易に診断できるサイトを公開しているので参考にされたい。

<http://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/daizu/index.html>

1) 主な虫害の発生生態と対策

(1) ハスモンヨトウ

①被害の状況

関東から西南暖地にかけて被害が大きく、特に九州地方での被害は大きくなりやすい。若齢幼虫は葉裏に産卵された卵塊から孵化して表皮を残し食害するため、被害葉は白くすけてみえる。幼虫が大きくなると食害量も急増し、葉脈だけを残して葉を網の目状に食べ、若い莢も食害する(写真Ⅱ-8)。多発生すると畑全体が枝や葉柄などを残すだけとなることもある。食害葉面積率が約20%を超えると減収が起きる。産卵し、圃場に幼虫が発生するのは、西日本では7月中旬からで、8月から9月にかけてで、雨の少ない年は発生が多い。多食性で約30科、約100種の植物を食害する。被害の年次間差は大きい。

②生態

野外での越冬形態・場所は不明確で、暖地の一部を除き野外ではほとんどが越冬できないで死



ハスモンヨトウ卵塊(直径8mm)



ハスモンヨトウ若齢幼虫(体長6mm)



ハスモンヨトウ老齢幼虫(体長40mm)



ハスモンヨトウ雄成虫(前翅長18mm)



ハスモンヨトウ 若齢幼虫被害葉



ハスモンヨトウ 被害子実

写真Ⅱ-8 ハスモンヨトウと大豆の被害の様子

(提供：HP埼玉の農産物病虫害写真集、以下写真Ⅱ-17まで写真Ⅱ-11を除き同じ)

亡するか、施設内で越冬すると考えられている。そのため、越冬可能な暖地から成虫が長距離飛来し主な発生源となっているとも推測されている。転作田は普通畑に比べ生物相が単純で天敵が少ないためか、発生しやすい。

③対策

- ・過繁茂とならないよう多肥を避け、疎植とする栽培を心がける。
- ・圃場排水対策を施し、培土を行うなどの排水性の向上により、根の活性化に努める。
- ・枯れ草などで地面を被覆するなど、多様な生物が生息しやすい環境を整え、天敵による抑制を図る。
- ・有機JAS農薬としてはBT水和剤、ハスモンヨトウ核多角体病ウイルス水和剤が使用できる。
- ・特に発生被害が多い所で小規模栽培の場合には、防虫ネットで被害を回避している例もある。

(2) カメムシ類

①被害の状況

カメムシ類は子実と葉に被害を与える。子実の被害は、吸実性カメムシ類の成虫や幼虫が口針

を莢に貫通して子実に挿し込み、その内容物を吸収することで生ずる。外見上は莢の表面にも葉や茎にも外傷がないため被害が目立たないが、子実が直接吸害されるため著しく減収するほか、外観、品質も低下する。葉の被害はメダカナガカメムシの成虫や幼虫が口針を葉肉にさし込み、その組織を破壊して吸汁することで起きる。外見上は葉が白化して目立つが、減収の程度は低い。吸実性カメムシには幾つかの加害種がある(表Ⅱ-4、写真Ⅱ-9)。

②生態

カメムシ類はすべて成虫態で越冬する。越冬場所は、多くの種類では日当たりの良い草むらや落葉の間であるが、アオクサカメムシやこの近縁種

表Ⅱ-4 大豆に加害するカメムシの種類

吸実性カメムシ類	茎葉部吸害性カメムシ類
<ul style="list-style-type: none"> ・ホソヘリカメムシ ・イチモンジカメムシ ・アオクサカメムシ ・ブチヒゲカメムシ ・マルカメムシ 	<ul style="list-style-type: none"> ・メダカナガカメムシ



大豆のカメムシ被害粒



ホソヘリカメムシ成虫(体長16mm)



イチモンジカメムシ成虫(体長10mm)



アオクサカメムシ成虫(体長14mm)



ブチヒゲカメムシ成虫(体長11mm)



メダカナガカメムシ成虫(体長3mm)

写真Ⅱ-9 大豆の被害粒とカメムシ類

は常緑植物の葉間や茂みの中である。カメムシ類は多犯性で、成虫は幼虫が発育できる寄生植物上に産卵する。幼虫期は5齢からなり、成虫と同じ食性をもつ。

カメムシ類は越冬場所と食草に恵まれた環境で発生が多く、一般に寒地よりも暖地に、内陸平坦地よりも山間・山麓、海岸部などに、内陸部では大きな河川沿いに多い。日当たりがよく、比較的乾燥する小山や林に、クズやレンゲ、その他の野生食草が自生している場所は好適な発生地で、このような場所の近くでは多発しやすい。

③対策

- ・野生植物が結実しないように、または結実期間がカメムシ類の全発育期間（約4週間）以上持続しないように、圃場内はもちろん山野や土手などに自生するそれらを刈り払うことで、カメムシ類の増加を防ぐ。
- ・吸実性カメムシ類による被害は、一般に大豆を晩播きにすると軽くなるため、被害が激しい地方では晩生種を選定し、播種期を遅らせる。
- ・夏大豆では早播で被害を回避している例もあるので、極早生品種を早播きして被害を軽減する。
- ・着莢数、着粒数の多い品種、小粒品種、油脂含有率の高い品種は被害が少ない傾向にある。逆に着莢数の少ない大粒品種には被害が多い。
- ・適正な栽植密度の範囲内では、密植するほど被害率が低くなる。
- ・越冬場所になる木材、石礫、作物残幹、枯草などを片付けて、越冬場所を少なくする。

(3) アブラムシ類

①被害の状況

大豆に被害を及ぼすアブラムシ類は、主にジャガイモヒゲナガアブラムシ、ダイズアブラムシ、マメアブラムシである（写真Ⅱ-10）。ジャガイモヒゲナガアブラムシは、1～3mm程の黄色の虫で、葉裏に5～20匹程群れをつくり汁を吸い、吸われた部分が黄色に、後に褐色になる。病害と間違われやすいが、葉裏に虫や白い脱皮殻があるので

区別できる。ジャガイモヒゲナガアブラムシはダイズわい化病を媒介し、感染したダイズはわい化症状のほか、葉の委縮や黄化が発生する。ダイズアブラムシは0.5～2mmくらいの黄緑色の虫で、葉や莢に数十～数百匹程が群がり汁を吸い、新葉が奇形になり、株の生育が遅れる。マメアブラムシは、0.5～2mm程の黒色の虫で、葉に群がり汁を吸い、多発すると新葉が奇形になり株の生育が遅れる。汁を吸う時にウイルス病を媒介する。ウイルス病は生育初期が特に問題で、葉の色がまだらになったり、葉や株が奇形になる。

②生態

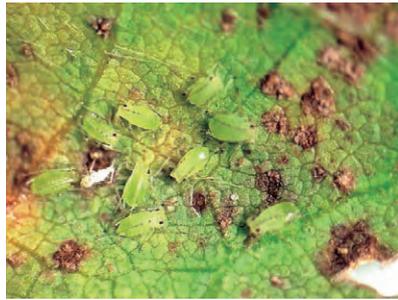
3種類のアブラムシとも春から秋まで10回以上発生を繰り返す。ジャガイモヒゲナガアブラムシは7～9月、ダイズアブラムシは7～8月、マメアブラムシは4～6月に多い。産卵せずに直接幼虫を産むため、短期間に猛烈に増えることがある。一方、天敵も非常に多く、多数のアブラムシが急減することもある。ジャガイモヒゲナガアブラムシはジャガイモ・キュウリなど、ダイズアブラムシはダイズ・ツルマメなど、マメアブラムシはインゲン・ソラマメなどで発生する。

③対策

- ・栄養過多あるいは生育が貧弱な場合に寄生しやすい。適切な肥培管理、土づくりで作物体を健全に育てることが予防の前提となる。
- ・わい化病では感染源が圃場周辺の野生化したクローバや経年草地のクローバのことが多いので、このような保毒源を減らし保毒虫率を低下させる。
- ・不織布やネットで覆い物理的に有翅虫が寄生することを妨げ、ウイルスの感染を防ぐ。
- ・銀色の反射資材などの忌避資材を利用して有翅虫の寄生量を減らす。
- ・麦類をリビングマルチとして大豆栽培を行うと、ジャガイモヒゲナガアブラムシによって媒介されるダイズわい化病が抑制される。小麦の草丈がダイズよりも高いと同アブラムシの飛来を防止する効果がある。



ジャガイモヒゲナガアブラムシ成虫
(体長3mm)



ジャガイモヒゲナガアブラムシ幼虫
(体長1mm)



大豆アブラムシ成虫(体長2mm)
及び幼虫



ダイズアブラムシ 葉裏の寄生



マメアブラムシ成虫(体長2.3mm)



マメアブラムシ 新葉の寄生

写真Ⅱ-10 アブラムシ類と大豆への寄生の様子

(4) ダイズシストセンチュウ

①被害の状況

ダイズシストセンチュウ (*Heterodera glycines*) の寄生を受けた大豆は生育が劣り茎葉は黄化する。このような株の根の表面には、ケシ粒大の黄白色粒子が肉眼で認められる。これは本線虫の雌成虫であり、診断上有力な標徴である。被害を受けた大豆の根系は分布が浅く、根の量が減少するとともに根粒の形成が劣る。被害の発生は圃場内でスポット状に円く現れるために「月夜病」と呼ばれる。

②生態

本線虫は関東以北で普遍的に分布し、それ以南の地域では散發的な発生が見られる。宿主範囲はネコブセンチュウやネグサレセンチュウに比べ狭く、数種類のマメ科植物の地下部に寄生するが、大豆、アズキ及びインゲンが被害を受ける。土壌中のシスト内の卵から孵化した2期幼虫は、根の先端部から侵入する。根内に定着した2期幼虫は、宿主植物組織に数個の巨大細胞を形成させ、そこから栄養を摂取する。2期幼虫は3回の脱皮を繰り返し、3期幼虫、4期幼虫を経て成虫となるが、

雌虫はレモン型に肥大し、頸部を根内に入れたまま体の大部分を根の外側に露出させる。雄虫は細長い形をした雄成虫となり、根から土壌中に移動し雌成虫と交尾を行う。交尾を行った雌成虫は体内に卵を蔵した状態で耐久性の高いシストになる。国内には大豆品種に対する寄生性の違いから3つのレース(レース1、3、5)が知られている。

③対策

典型的な土壌伝染性の線虫で、一旦発生すると根絶は困難なため、発生地で使用したトラクター等の農機具の洗浄を行って汚染土壌を除去し、未発生地への拡大を防ぐ。発生地では本線虫の密度を上昇させないため、大豆以外に宿主となる豆類(アズキ、インゲン)の作付けを避け、非寄主作物(ムギ類、ジャガイモ等)を組み入れた輪作を行う。また、田畑輪換は本線虫の密度を低下させる。クローバー類(アカクローバー、クリムソンクローバー)は本線虫の寄生を受けるが、雌成虫になるまで発育できないために、線虫密度が低下することから対抗植物として利用できる。

抵抗性品種として「ワセスズナリ」、「ナンブシロメ」、「リュウホウ」、「ライデン」、「スズカリ」、「トモ

ユタカ」、「スズユタカ」、「オクシロメ」などがある。なお、品種の選択に当たっては、それぞれの地域に分布するシストセンチュウのレースを考慮する必要がある。

(5) タネバエ

①被害の状況

幼虫が出芽前の種子、出芽中の種子、出芽直後の幼苗などを食害して出芽不能、奇形の不健全苗、幼苗の枯死などを起こす。多くの場合、幼虫が食害部にいるので、それと診断できる。播種後地温に応じて数日前後で出芽するが、出芽期がきても出芽してこない場合は土中の種子の状態を確認する必要がある。白色のうじ虫が食害している場合には、タネバエの食害と判断される。幼虫は白色から黄白色で細長い円錐形状をしており、成長すると6mm程になる。頭部は細く後方は次第に太くなり、背面には2個の気門が突出している。

被害の多発場所では、耕起、整地、作条など土壌表面を動かした時に、土壌面で成虫が飛んだり、這ったりしているのがみられる。

②生態

越冬は寒冷地では蛹で、暖地では蛹、幼虫、成虫で行われる。土中で越冬した蛹は3月下旬から4月上旬から羽化をはじめ、枯草の間などで越冬した成虫もこのことから圃場に飛来して産卵活動をはじめ。成虫は鶏糞、動物糞尿、魚粕、厩肥、緑肥などの腐臭に強く誘引される。また、耕起直後の湿った畑に集まり、土塊の間などに点々と産卵する。成虫は50～100日間も生存し、1匹の雌が700～1000個の卵を産む。卵期間は2～8日。孵化幼虫は土中を移動して有機物を食しながら発育し、種子や幼茎などに食入する。幼虫期間は春と秋の涼しい期間には20～25日、夏の高温時には13～16日程である。発生量は西南暖地では夏秋期に少ない。成虫の飛来量は耕耘時に土壌水分が多い場合や地温が適当にある場合に多い。

③対策

成虫は臭気を発散する有機物に強く誘引される

ので、有機物は播種時には臭気を発散しなくなるよう期間をおいて施す。あるいは幼虫が発生しても大豆茎が固くなった後に施用する。前作の刈り株や残根も次作までによく分解させておく。緑肥の鋤込みも播種までの期間を充分にとり、播種時に施用する堆肥は完熟したものをを用いる。転作畑では排水対策による土壌の乾燥や砕土を丁寧に行って大豆の出芽を揃わせる。

過去にタネバエ被害が大きかった北海道の有機大豆作の例では、当初はロータリー後に播種機で播種してタネバエ被害も大きかったが、現在はロータリー耕起後に逆転ロータリーで表層を砕土し、4連播種機で播種した後鎮圧ローターを数回かけて問題を克服した。鎮圧後は足を踏み入れても沈まない程度まで鎮圧すると、タネバエ被害が目立たず、発芽揃いも高まった。タネバエは湿気と生の有機物がある所に産卵するが、土壌表面を鎮圧することでそれが防止できた。

(6) マメシンクイガ

①被害の状況

幼虫が莢内に食入し、内部の子実を食害する。食害を受けた子実は“くちかけ豆”となる。莢のごく若い時期に食害を受けると不稔となり、被害により収量・品質が低下し、また、播種時の発芽率は低下する。幼虫は9～12mmで橙紅色、成虫は13mm内外で前翅は灰褐色の地色に黄褐色の不規則な斑紋を有する。

②生態

日本全土に分布し、関東以北では1世代である。幼虫態で土中で越冬し、7月中旬頃から成虫が羽化する。関東地方では7月下旬から産卵を始め、幼虫の最盛期は8月中下旬である。成虫は不活発で遠方には移動しない。発生は寒冷地に多く低温年に多発する。晩生品種では幼虫の発育が遅れる傾向にある。

③対策

・熟期の違う品種選択で被害を回避できる。例えば、関東地方では極早生種や晩生種は中生種より被害がはるかに少ない。裸大豆系統では耐

虫性のもも多く、毛茸のない品種で莢の被害が少ない傾向にあるので、可能な限り強い品種を選ぶ。

- 洪積火山灰土地帯に比べて沖積土地帯は一般的に被害が少ない。
- 3年以上の連作で被害が増大するが、寄生範囲は狭いので輪作を行い被害を低下させる。
- 老熟幼虫で土壌中で越冬するので、秋耕も効果的である。転作田では冬期間湛水により土壌中で越冬中の老熟幼虫を死滅させ、発生源をなくすことができる。
- 大豆の条間にトウモロコシを間作することで被害が軽減する（大豆5条に1～2条）。
- ハゼリソウ科緑肥のアンジェリアを圃場周辺に栽培して、マメシクイガの天敵を誘引する。播種期時は5～6月で、50～60日後に開花する。
- 麦類の間作緑肥栽培は8月には麦が枯れるので、マメシクイガの土壌形成を阻害し、天敵など生物相を豊にする効果が期待される。
- 宮城県の有機栽培事例では、5作目で発生したマメシクイガ被害に対し、中耕、土寄せ、溝切りにより圃場の排水性を向上させ、また、有機質肥料の施用中止で、雑草とマメシクイガの被害を軽減させた（写真Ⅱ－11）。

(7) マメハンミョウ

①被害の状況

ツチハンミョウ科の甲虫で、成虫は体長1.2～1.8cm、体と前翅は黒色、頭部は橙赤色である。



マメハンミョウ成虫



写真Ⅱ－11 圃場の排水性向上対策等でマメシクイガ被害が軽減した圃場
(宮城県) (提供:阿部卓氏)

前翅と前胸背板に白い縦の条線をもつものもいる。被害は成虫が畑の一部分に群生し、葉脈を残して網目状に葉を暴食する。集団で株を加害しながら移動していく（写真Ⅱ－12）。大豆以外に、アズキ、インゲン、ナス、ジャガイモ、ハクサイ、ニンジンなどと被害作物は幅広い。

②生態

東北南部以南に分布し、年1回発生する。土中の蛹で越冬した後、成虫は7～8月に出現する。成虫は豆類などの葉を食害後、土中に産卵する。孵化した幼虫は作物を加害することではなく、バッタやイナゴの卵などを食べて成長する。

③対策

局部的に突発するため、早期発見に努める。バッタやイナゴなどが殖えないよう雑草管理を行い、幼虫密度を抑えることが予防策であるが、一



マメハンミョウによる食害

写真Ⅱ－12 マメハンミョウと食害の様子

度発生した場合は箸やトングなどで摘み取るしかない。体液にカンタリジンという毒が含まれ、触れただけで水ぶくれ状に腫れるので、決して素手では触らない。窒素過多でも本害虫の発生を助長する傾向があるので省施肥に努める。

(8) ウコンノメイガ

①被害の状況

ウコンノメイガは全国に分布し、特に北陸地方など日本海側に多い。山沿いの地域で発生が多い傾向にある。葉を巻煙草（ロール）状にゆるく巻き、幼虫はその中に生息して葉を食害する。1匹の幼虫が食害しながら別の葉に移り、数枚の葉に食害を与える。子実を直接加害しないため、被害は深刻ではないが、多発時には全葉が被害を受ける。食害部は褐変して枯死することもあるが、多くは収量、品質の低下となる。

②生態

越冬は幼虫態で地表近くの枯草、落葉などの中であり、北陸地方を基準にした場合、5月頃野生の寄生植物であるアカソやカラムシ（クサマオ）で育つ。野生寄主で育った成虫は7月から大豆畑に飛来産卵し、幼虫は7月から8月頃にかけて発生し、8月から被害が急増する。9月以降には被害が収束し、秋に再び野生寄主植物に戻る。成虫は燈火に飛来する性質がある。日中あまり活動せず葉裏などにいてほとんど見るできない。

③対策

近くに野生の寄主植物のアカソやカラムシ（いらくさ科）が植生している所は、被害が多い傾向があるので、それらの植物が近くにある所では以下の事項に注意して栽培する。

- ・大豆が過繁茂の圃場や葉色が濃い圃場で多発するため、施肥を抑えるとともに後効きするような施肥管理をしない。
- ・密植とせず、条間や株間を空けるなど疎植とする。
- ・播種が早いと多発しやすいため、播種期を遅らせて被害を回避する。しかし、通常時の播種に

比べて生育が劣り、収量が低下しやすいため注意する。

(9) シロイチモンジマダラメイガ

①被害の状況

莢内の子実が大きくえぐられたように食害され、いわゆる“くちかけ豆”となる。また、子実が全部食い尽くされることも多い。莢内にはやや大粒の虫糞がみられる。本種の幼虫は類似しているマメシクイガの幼虫に比べ、やや大型で緑色ないし桃緑色を帯びている（写真Ⅱ-13）。

②生態

温暖地の害虫で世界の熱帯温帯に広く分布する。日本では九州、四国と本州の東北地方南部まで分布する。幼虫態で地表近くにごみや土粒などを集めその中で越冬する。卵は莢面ないし莢に近い茎などに1粒ずつ産み付け、卵は橙赤色を帯びる。孵化幼虫は莢面を数時間ないし10数時間徘徊した後、莢内に食入する。成虫は夜間活動性で燈火にも飛来し、かなり遠距離を飛ぶことが出来る。加害作物は大豆の他、エンドウ、フジマメ、寄主植物としては日本ではアカシア、エニシダなど、関東地方で年3回発生し、第1回はエンドウ、極早生大豆、第2回は中生大豆、第3回は晩生大豆に発生する。山間部やそれに近い所で発生が多い傾向がある。8月上旬が高温で少雨になると発生が多くなる。

③対策

- ・この虫の被害は大豆の熟期と関係が深い。地方によって品種との関係は異なるが、関東地方では極早生種と中晩生種に多く、早生種は比較的少ないので、栽培品種の選定に注意する。
- ・卵寄生蜂の寄生率が非常に高いことがある。枯草被覆など天敵温存の圃場環境づくりを工夫する。
- ・多肥栽培、密植栽培は過繁茂や倒伏になりやすく、被害の増加を招く。適正施肥量とするとともに、栽植密度は通常よりも低めとする。



若齢幼虫(体長3mm)



中齢幼虫(体長12mm)



シロイチモンジマダラメイガ成虫

写真Ⅱ-13 シロイチモンジマダラメイガ

2) 主な病害の発生生態と対策

(1) 紫斑病

①病原菌と病徴

本病を引き起こす病原菌は不完全菌類に属する *Cercospora kikuchii* で、大豆の葉、茎、莢、種子に発生する。種子の一部または全面が紫色に着色して品質低下をもたらす(写真Ⅱ-14)。本菌は大豆以外にツルマメ、アズキ、インゲンなどにも感染し、これらが伝染源になり得る。罹病した種子を播種すると、発芽後、子葉に褐色または紫色の斑点を生じる。病斑上で増殖した病原菌の胞子は下位葉から上位葉へと伝染を繰り返し、やがて莢に感染する。

紫斑粒の発生は莢に侵入した菌糸が種子に進展して感染することによって起こる。種子の発病につながる莢の感染適期は開花12~40日後であり、紫斑粒は成熟期に向かって増加する。病原菌は感染種子中に菌糸の状態では生存して種子伝染を引き起こす。



写真Ⅱ-14 大豆紫斑病の罹病種子

②対策

紫斑病の防止には、罹病種子を取り除き健全な種子のみを使用する。本病に罹病した大豆の残渣も伝染源となるため、これを集めて焼却処分するか、土中に埋める。過繁茂は本病を助長するため、畑の地力を考慮し施肥量を控えめにする。降雨は発病を助長し、紫斑粒発生年の年次変動の主要因となる。成熟期における病気の進行を最小限に抑えるため、適期に収穫し早期に乾燥する。抵抗性品種としては「フクユタカ」、「ミヤギシロメ」、「トモユタカ」、「タチナガハ」、「エンレイ」、「サチユタカ」、「赤莢」などがある。納豆用小粒品種では「すずほのか」、「すずかおり」、「すずおとめ」、「ユキシズカ」、「コスズ」などがある。多発が予想され、耕種的方法のみでは防除が困難な場合は、開花期30日後まで(散布適期:開花期14~28日後)に有機JAS許容農薬である銅剤を散布する。

(2) ウイルス病

①病原体と病徴

大豆のウイルス病にはモザイク病、萎縮病、わい化病、退緑斑紋ウイルス病、斑紋病、微斑モザイク病がある。それぞれの病害を引き起こす病原ウイルスには複数種が関与するものがあり、国内では13種が知られている。

それぞれのウイルス種や同じウイルス種の系統毎あるいは大豆の品種毎にも病徴が異なるが、葉に斑紋、葉脈透過、水疱状の隆起、モザイク、縮葉、葉巻、株全体のわい化、萎縮などの症状が現れる(写真Ⅱ-15)。モザイク病、萎縮病、ウイルス病では種子に褐色から黒色の斑紋を生じて種子



写真Ⅱ-15 ウイルス病のモザイク症状



写真Ⅱ-16 種子に現れたウイルス病の褐色の斑紋

の品質を低下させる（写真Ⅱ-16）。ウイルス病の多くはアブラムシによって伝搬されるが、ウリハムシモドキにより媒介されるインゲンマメ南部モザイクウイルス（ウイルス病）や線虫によって媒介される土壌伝染性のタバコ茎えそウイルス（斑紋病）もある。

②対策

媒介昆虫であるアブラムシの防除が基本となる。そのため、(i)シルバーマルチの被覆によりアブラムシの飛来を防止する、(ii)遅播きにより作期をずらしてアブラムシの発生しやすい時期を回避する、(iii)第二次伝染を防止するため発病株は早期に抜き取る（種子伝染での発病株は初生葉の病徴で判断する）、(iv)種子伝染を防止するため、発病株からの採種を避け、無病株の健全種子のみを用いる、(v)大豆以外のマメ科植物を宿主とするラッカセイわい化ウイルス（ウイルス病）、アルファルファモザイクウイルス（モザイク病）などでは感染したクローバが第一次伝染源となり、そこからのアブラムシの飛来によって伝搬されるため、畦畔など圃場周囲の植生にも注意し、クローバの抜取りや刈取りを行うなどの対策を取る。

モザイク病に対する抵抗性品種には「スズユタカ」、「タチユタカ」、「あやこがね」、「ギンレイ」などがある。

なお、本病原ウイルスには大豆品種に対する病原性の違いから5系統（A、B、C、D、E）があるため、品種を選定するに当たってはその地域に分布する系統を考慮する必要がある。

(3) 立枯性病害

①病原菌と病徴

大豆の立枯性病害には立枯病、黒根腐病、茎疫病、白絹病などがある。立枯病の病原菌は(i) *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* と(ii) *Gibberella fujikuroi* の2種がある。本病に罹病した大豆は萎凋枯死するが、地際部の茎に縦長に褐色の病斑を生じる。本菌は土壌伝染性であり、大豆の連作により被害が激化する。また、(i)の病原菌は大豆以外にインゲンやエンドウなどのマメ科作物にも寄生し、(ii)はイネばか苗病と同種である。本病は大豆の連作により被害が激しくなる。黒根腐病の病原菌は子のう菌類に属する *Calonectria ilicicola* である。

本菌に感染した大豆は、はじめ根に赤褐色筋状の病斑が現れ、変色部は次第に拡大融合して、ついには根系全体が黒褐色となり、細根は脱落して消失する。激しい場合は、主根のみが残り、「ゴボウ根」の症状を示し、簡単に引き抜けるようになる。地際部の茎には赤褐色～紫黒色の変色部が現れ、茎全体を取り巻くようにして次第に発達するが、地上部に2～3cm程度現れるだけで上部に伸展することはない。莢の肥大期から成熟期に近づく頃になると、赤～オレンジ色の子のう殻が観察される。地上部では葉に黄化症状が現れる。本菌は微小菌核を形成し、これが土壌中で長期間生存して第一次伝染源になると考えられている。本菌は多犯性で大豆以外ではラッカセイ、インゲンマメ、アズキ、エンドウ、ルーピン、チャ、ツルマメ、

アルファルファなどに寄生する。

茎疫病の病原菌は卵菌類に属する *Phytophthora sojae* である。本病は発芽間もない幼苗期から成熟期近くまで発生する。幼苗では胚軸部に水浸状の病斑を生じ、これが伸展、拡大し、やがて苗立枯れ症状となる。生育の進んだ株では根部や地際部、下位の分枝節を中心に楕円形や紡錘形の水浸状または褐色の病斑を生じる。病斑は伸展、拡大して茎の全周を覆い、根は褐変して根腐れ症状となる。病斑部には白色粉状の菌叢がみられる（写真Ⅱ-17）。罹病部に形成される卵胞子が土壌中で生残り第一次伝染源となる。本菌は大豆のみに強い病原性を示す菌である。

白絹病の病原菌は不完全菌類に属する *Sclerotium rolfsii* である。本病は主に地際部の茎に発生する。地際部に白色の菌叢を生じ、地上部の生育が衰え、やがて枯死する。罹病部に粟粒状の菌核を形成し、これが土壌中に生残り第一次伝染源となる。本菌は宿主範囲が非常に広い多犯性の病原菌であり、トマト、ピーマン、アズキ、コンニャクなどを侵す。

② 対策

これらの立枯性病害はいずれも土壌伝染性で、菌核や卵胞子などの耐久器官が土壌中に生残りして第一次伝染源となる。連作により病原菌密度は次第に高まるため、被害の発生する地域ではできるだけ連作を回避する必要がある。罹病した作物残渣は撤去して焼却する。また、菌核を含む土壌がトラクターなどの農業機械に付着して伝染する場合があるため、発病のみられた圃場で作業した場合は、洗浄を十分に行って土壌を洗い流し、未発病圃場への伝染を防ぐ。湛水状態にすると病原菌の菌核は死滅するため、田畑輪換は本病防除に有効である。土壌水分が高いと発病を助長するため圃場の排水性を改善する。病原菌の種類によっては、大豆以外の植物に寄生する多犯性のものがあるため、輪作に組み入れる作物種を非宿主作物にし、畦畔雑草の管理を適切に行う。茎疫病については、耕種的方法によっては防除が困難な場合、JAS法認可の銅剤を散布する。立枯



写真Ⅱ-17 大豆茎疫病

性病害に対し耐病性の高い品種には「タンレイ」、「スズユタカ」、「赤莢」、「コケシジロ」、「フクシロメ」などがある。

7. 収穫・乾燥・調製

1) 収穫の時期と方法

大豆は成熟期になると茎葉が落葉するので、圃場の大半が落葉した以降に収穫が可能になる。この頃になると子実が乾燥して収縮して硬化するので、莢を振ると莢の中で子実が転がる音がするようになる。それを過ぎると、大豆は自然に莢が割れて子実が落下したり、皮切れや品質低下が起こるので（表Ⅱ-5）、そうなる前までの約7～10日間が収穫の適期である。

大豆の収穫は、小面積では手刈りが行われるが、通常はバインダーやビーンハーベスタ、コンバイン等が使用される。手刈りや刈取機等で刈り取った大豆は、圃場で予備乾燥して子実水分を調整した後に、ビーンスレッシャー等を使用して脱穀（脱粒）する。コンバイン収穫では刈り取りと脱粒が一工程で済むので、作付面積が大きい場合には省力化が図れるが、乾燥機等の施設が必要になる。

また、有機栽培では特に多汁質のイヌホウズキやスベリヒユ、イヌビユ等の残草が多い場合には、汚粒の原因となるため、例年生育後期の雑草が

表Ⅱ－5 平成16年産大豆における低位等級の発生要因(慣行栽培)

3等格付理由	数量 t	(比率)	発生要因
○形質(粒の充実度等)	17,433	(50)	排水対策や肥培管理の不徹底
○しわ粒	7,977	(23)	適期収穫が行われなかった
○汚損粒	4,317	(12)	不適切なコンバイン収穫作業
○虫害粒	1,571	(5)	適期防除の不徹底
○未熟粒	1,383	(4)	排水対策や肥培管理の不徹底
○褐斑病粒	512	(2)	適期防除の不徹底
○その他	1,837	(4)	
計	35,030	(100)	

(農林水産省農産振興課調べ)

多い圃場ではビーンハーベスタ等での収穫の方が無難である。

収穫機械は高価な上に構造が複雑なため、有機栽培、とりわけ有機JAS格付品の出荷に際しては、慣行大豆の混入がないよう細心の注意を払わなければならない。そのため、有機栽培用の専用機を共同で保有するなどの工夫をしている事例もある。

なお、一般市場で流通させる場合には、選粒機で調製して異物や被害粒(表Ⅱ－6)を除き、規格に基づく粒径による選別を行う。

2) 大豆刈取機による収穫

有機大豆作では、特定の需要先との契約や自家加工用などの用途で、小規模な作付けが行われることもあり、また、設備投資を小さく抑えた

表Ⅱ－6 被害粒等の種類

被害粒等の種類	主な原因及び形態
病害粒	紫斑病、モザイク病等におかされた粒で、表面に、紫色、褐色、色等の斑点(粒全面が着色しているものもある)があるもの。
虫害粒	マメシクイガ、シロイチモンジマダラメイガ、カメムシ類等に食された粒で、食害の部分が褐色に着色しているものもある。
破碎粒	収穫、脱穀、調製するとき衝撃を受けて、割れたり、砕けたりした粒。
変質粒	長雨、過湿等で腐敗変質した粒。腐敗「くされ」粒、むれ粒、やけ粒、霜害粒、「障子粒」等
皮切れ粒	粒の肥大期に、表面が切れたもので、外皮と内皮(子葉)が密着しているもの(表皮の形成期に低温で表皮容量が小さかったところ、養分の子葉への移行期が高温好天で、容量の小さい表皮が養分の蓄積で皮がはじけ皮切れとなる)
変形粒	奇形粒とも言い、粒肥大期に何らかの原因で奇形となったもの。扁平なもの、くぼみのあるもの、ねじれているもの、細長いもの等様々である。
しわ粒	粒肥大期の後半に雨に当たって膨張し表皮がのびた後、好天で乾燥するとしわとなる。また火力乾燥で高温急速乾燥して発生するしわ粒もある。
変色粒	固有の色沢を有しないもの。(色流れ粒、汚染粒[よごれ粒])
未熟粒	成熟していない粒で扁平・小粒のもの。(黄色系大豆では表皮の青いもの等がある)
異種穀粒	大豆を除いた他の穀粒。
異物	穀粒を除いた他のもの。
死豆	腐敗・変質して充実していない粒状質の粒で、異物として取り扱うもの。

(兵庫県 2011)



図Ⅱ-13 刈取機(ビーンハーベスター)→脱穀機(ビーンスレッシャー)による作業の流れ

(提供：ビーンハーベスターは(財)微生物応用技術研究所、ビーンスレッシャーは(財)自然農法センター)

い場合もある。このような場合には、ビーンハーベスターやバインダーによる刈取りが効率的である(図Ⅱ-13)。有機栽培では品種や栽植密度によって分枝が多い場合や着莢位置が低いことが多いため、作付面積が大きい場合でもビーンハーベスター等を使用している例が見られる。

ビーンハーベスターによる刈取りの適期は莢水分が20%程度になった頃が目安とされる。それ以下の水分では裂莢による損失が増加する。ただし、莢水分は1日の中でも変化するので、20%を下回ってしまった場合は朝夕や曇天日を選んで収穫作業を行うようにする。

刈り取った大豆は数日間地干しした後に、10日～2週間程度にお積みして予備乾燥を行う。脱穀は子実水分が18%以下(子実に爪痕が少し残る程度)になったら可能であり、ビーンスレッシャーや大豆脱穀機等で脱粒を行う。ビーンスレッシャーは大豆を茎ごと処理するので作業効率が高いが、小規模な作付者は設備投資が少なくすむ大豆脱穀機を利用してもよい。

ビーンハーベスターによる収穫は、地干しやにお積み期間中に長期間の雨に当てるとしわ粒やカビ

粒発生の原因になるほか、紫斑病の発生も増加するので、雨に当てないように注意する。

脱穀後は仕上げ乾燥を行う。仕上げ乾燥はムシロなどを敷いて干し、水分15%に仕上げる。乾燥機を使う場合には、温風は避け通風で乾燥させる。

3) コンバインによる収穫と乾燥

コンバインは刈取りと脱粒を同時に行うため、大豆の茎水分が高い状態では茎から出る汁が汚粒の原因となる。そのため作業に先立って水分の高い青立ち株等を取り除いておく必要がある。

コンバイン収穫に適した茎水分は40～50%以下と言われ、その程度に乾燥すると、茎は手でポキッと折れるようになる。茎の色によっておよその水分が判別できると言われ、茎に緑色が残っている状態では水分70%、茎が莢と同色の褐色になると60%、茎が黒色を帯びる頃が50%とされているので、作業時期の目安にする(表Ⅱ-7)。収穫時期は、子実の水分が15～18%程度まで下がった頃に行うが、収穫する時間は天気のよい乾燥した日を選び、陽の高いうち(10:00～16:00)に行う

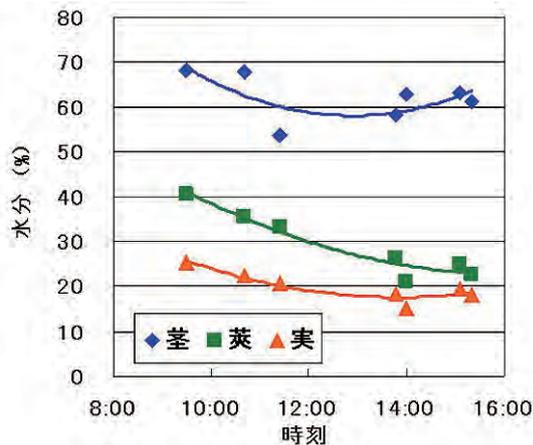
ことが望ましい（図Ⅱ－14）。

収穫に使用されるコンバインには普通型と汎用型（写真Ⅱ－18）があり、前者の場合大豆中心の小型コンバインにもいろいろなタイプがある（表Ⅱ－8）。

コンバイン収穫は刈取り損失が問題となるほか、刈取りに際しての土の巻き込みによる汚粒の発生

が問題となるが、作業時間は20分～60分/10aと短いので、大規模作付けに適している。

収穫した大豆は目標水分を15%として、循環乾燥機を用いる場合は、水分18%までは通風のみで乾燥させる。また循環速度は遅くした方が大豆の破損が少ない。静置型乾燥機では送付温度を30℃以下にして乾燥させる。



図Ⅱ－14 大豆水分の日内変化
(みんなの農業広場HP)



写真Ⅱ－18 コンバインによる有機大豆刈取り
(提供：福士武造氏)

表Ⅱ－7 大豆の茎・子実の水分簡易判定法

茎水分の目安	子実水分の目安
70%: 緑色が残る	20%: 噛むと音がせず割れる
60%: 莢と同じ褐色	18%: 爪を立てると跡が残る
50%: やや黒味を帯び、手でポキッと折れる	15%: 噛むとパリッと割れる

(千葉県 HP)

表Ⅱ－8 市販大豆等コンバイン (農林水産省 1999)

型式	刈取条数	脱穀機構	ヘッド部	用途
I 式 HC300 ^{※1}	2 条刈り	軸流式	リール式	大豆・そば用
K 式 DC-1	2 条刈り	直流式	リール式	大豆・そば用
Y 式 CS21 ^{※2}	2 条刈り	軸流式	リール式	大豆・そば用
Mi 式 MCH210 ^{※3}				
Ma 式 BTK-801	2 条刈り	直流式	条刈り式	大豆用

注: ※1、※2、※3 はいずれも麦にも利用可

引用文献

- 1) (社)全国農業改良普及支援協会・(株)クボタ「みんなの農業広場ー農作業便利帳ー大豆編 収穫・乾燥調製」<http://www.jeinou.com/benri/wheat/2009/08/311123.html>
- 2) 千葉県HP、香取農林振興センター地域振興部改良普及課北部グループ普及技術員皆川裕「落花生・大豆の収穫・乾燥・調製」<http://www.pref.chiba.lg.jp/ninaite/network/field-h22/hata1009.html>
- 3) 兵庫県農政環境部「稲・麦・大豆作等指導指針」2011、115-116
- 4) 農林水産省2011「平成22年度食料・農業・農村の動向・平成23年度」食料・農業・農村施策
- 5) 大林隆司・吉村聡志・小島 彰・高尾保之・小谷野伸二「エダマメのダイズシストセンチュウに対する乾燥牛糞施用の効果(2年目)」東京都農林総合研究センター 2010年
- 6) 小野剛志(1988)、東北農業研究 別号1、5-16
- 7) 株式会社キュウホーHP (<http://www11.plala.or.jp/qfo/homepage/index/index.html> または <http://www11.plala.or.jp/qfo/homepage/komono/1gatapixtuku/katarogu/pdf/kyoukei.pdf>)、a
- 8) 株式会社キュウホーHP：<http://www11.plala.or.jp/qfo/homepage/hatake/ekat/sub1-4.html>、b
- 9) 株式会社藤原製作所土壤水分計に関するHP：<http://www.fujiwara-sc.co.jp/cg/catalog/list/btm03.html>
- 10) (独)中央農業研究センター <http://www.naro.affrc.go.jp/narc/contents/foeas/index.htm>
- 11) 岩手県農業研究センター http://www.pref.iwate.jp/~hp2088/labo/pdf/08042_kounetate_manual.pdf
- 12) 草薙得一(1988)、研究ジャーナル、11(12)、19-23
- 13) クボターシーアイ株式会社HP：<http://www.kubota-ci.co.jp/>
- 14) 「高精度畑用中耕除草機パンフレット」新農業機械実用化促進株式会社
- 15) 地下水位制御システム(FOEAS)によるダイズの安定生産マニュアル 農総研中央農業総合研究センター 2009
- 16) 「知多草木農場見学資料」(財)自然農法センター 2011
- 17) 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 HP 研究情報 <http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2008/konarc08-02.html>、a
- 18) 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業総合研究センター <http://www.naro.affrc.go.jp/tarc/contents/yuushin/index.html>
- 19) 「みんなの農業広場」<http://www.jeinou.com/index.html> (社)全国農業改良普及支援協会・(株)クボタ
- 20) 有用微生物応用研究会実行委員会「EM技術活用事例集2005」(株)EM研究所 2005年

Ⅲ 有機大豆作の類型別技術

目 次

[類型区分の考え方と解説の視点]

1. 寒冷地における有機大豆作技術	(4) 雑草防除対策	321
1) 地域の特徴と有機大豆作の問題点	(5) 灌水	323
(1) 営農条件からみた地域の特徴	(6) 病害虫対策	323
(2) 有機栽培の問題点	4) 事例紹介	324
2) 有機栽培を成功させるポイント	(1) 在来種で高単収を上げる有機大豆作	324
3) 寒冷地における有機大豆作の留意点	(2) 長期連作による有機大豆・小麦作	325
(1) 品種と作付時期の選択	(3) 条件不利地域での大規模有機大豆作	327
(2) 圃場の選定と準備	(4) 在来種で有機大豆のブランド化推進	329
(3) 土づくりと施肥管理	3. 温暖地における有機大豆作技術	
(4) 播種	1) 地域の特徴と有機大豆作の問題点	331
(5) 雑草防除対策	(1) 営農条件からみた地域の特徴	331
(6) 大豆根粒菌の接種	(2) 有機栽培の問題点	331
(7) 病虫害対策	2) 有機栽培を成功させるポイント	331
(8) 収穫・調製	(1) 雑草防除対策を徹底する	331
4) 事例紹介	(2) 発芽苗立ちを良くする	332
(1) 緑肥活用で4年輪作の有機大豆作	(3) 耕種的な方法で害虫抑制対策をとる	332
(2) 田畑輪換で大規模有機大豆作	3) 温暖地における有機栽培大豆作の留意点	332
(3) 緑肥利用と田畑輪換での有機大豆作	(1) 品種と作付時期の選択	332
(4) 排水を徹底した低投入型有機大豆作	(2) 土づくりと施肥管理	333
(5) 排水・有機質資材での土づくり	(3) 播種	333
2. 中間地における有機大豆作技術	(4) 雑草防除対策	333
1) 地域の特徴と有機大豆作の問題点	(5) 灌水・排水	334
(1) 営農条件からみた地域の特徴	(6) 病害虫対策	334
(2) 有機栽培の問題点	(7) 収穫・調製	335
2) 有機栽培を成功させるポイント	4) 事例紹介	336
3) 中間地における有機大豆作の留意点	(1) 田畑輪換で高単収の有機大豆作	336
(1) 品種と作付時期の選択	(2) 無肥料栽培での安定した有機大豆作	337
(2) 土づくりと施肥管理	(3) 除草の徹底による大規模有機大豆作	338
(3) 播種		

〔類型区分の考え方と解説の視点〕

化学的に合成された肥料や農薬を使い生育及び生育環境を制御して栽培を行う慣行農法に対し、有機農業ではより栽培地の気象条件や作物の生理生態を活かした栽培体系をとることが前提になるので、地域適応性を前面に出した栽培技術の提示が重要である。

特に、大豆のような普通作物の場合には、人為的な生育環境の制御ができず、温度条件などの気象条件や圃場条件に大きな影響を受けるので、有機大豆作の基本技術や栽培技術解説の上に立ちつつも、地域の条件に応じた栽培技術の提示が必要とされる。

しかし、大豆作の有機栽培技術に関する試験研究はほとんど行われていないので、地域適応性に富んだきめ細かい技術内容を示すことは事実上困難である。そこで、各地で営農条件に適応した形で有機農業を展開している先駆者が創意工夫を行ってきた取組内容の調査等を踏まえ、地域特性に立脚した有機栽培実施上の技術的留意事項を整理し提示することとした。

類型区分は、大豆の生育条件に最も大きく影響する気象特性（図Ⅲ－1など）を基本に置き、大豆の害虫相（第3部 大豆の有機栽培技術「I. 有機大豆作基本技術」図I－27参照）及び土地利用体系に着目して行った。特に「大豆の生育可能な日平均気温12℃以上の日数区分」を考慮して、大きく寒冷地型（生育期間が120～160日程度）、中間地型（生育期間が160～200日程度）、温暖地型（生育期間が200日以上）に区分した。

なお、各類型毎に、当該地域における特徴的な有機栽培事例を何点かずつ掲載してあるので、農業者が有機栽培技術をどのように体系化（システム化）して有機栽培を成立させているかなどの視点で参考にされたい。

大まかな類型区分に相当する地域

- ◆寒冷地：北海道、東北中・北部
- ◆中間地：東北南部、関東中・北部、東山、北陸、近畿北部
- ◆温暖地：関東南部、東海、近畿南部、中国、四国、九州



図Ⅲ－1 大豆の生育可能な日平均気温
12℃以上の日数区分
((財)日本土壌協会 1986)

Ⅲ－１．寒冷地における有機大豆作技術

1) 地域の特徴と有機大豆作の問題点

(1) 営農条件からみた地域の特徴

大豆の栽培には日平均気温12℃以上、積算気温2000℃以上が必要であるが、北海道から東北中部の寒冷地では、大豆の生育可能日数が120～160日程度であり、大豆栽培は主に単作型で行われる。

気候が冷涼で病虫害の発生は比較的少ないが、マメシクイガ、紫斑病、わい化病に注意を要する。

北海道の大豆作は、気象条件から2地域に分けられる。道東地域は大規模な畑作地帯で、単収は高いが冷害の頻度も高く、馬鈴薯、甜菜、麦などを組み込む輪作が行われ、道央及び道南地域は水田転作と畑作が混在し、水稻、麦、小豆、甜菜などを組み込んだ輪作になる。多くの有機栽培農家は輪作の中で土づくりを行うため、クローバー、ライムギ、エンバク、ヒマワリ、デントコーンなどの緑肥作物を組み込んでいる。

東北地方の大豆作は、北部では単作型であるが、中部では水稻、麦類を組合せた「2年3作型」の土地利用も可能である。また、転作田での栽培が多いが、農家によっては田畑輪換方式ではなく、稲作に条件の悪い圃場で大豆を連作することもあり、大豆の低収の原因になっている。

(2) 有機栽培の問題点

有機栽培農家調査等を通じて明らかになった、有機大豆作実施上の問題点は以下の通りである。

①圃場の排水不良による湿害が起きやすい

寒冷地の水田の多くは重粘土質で、さらに排水不良の湿田、半湿田が多い。東北は一般に5月中下旬～6月上旬が播種適期のため、中耕・培土時が梅雨期と重なる。また、6月下旬は南東北の播種期が梅雨初期と重なり、湿害を起こしやすく発芽揃いが悪くなる。

②雑草の繁茂が減収と労働過重をもたらす

発芽・苗立ちが悪かったり、排水条件が悪いと生育が不均一になり、雑草の繁茂を助長して減収につながる。北海道では畑地も含めて重粘土地が多く、東北北部では除草時期が梅雨と重なるため、特に水田転作では中耕・培土の時期を失うことがしばしばあり、除草労力が増大するほか減収につながる。また、雑草が繁茂すると、マメシクイガの被害が増加して収量を低下させる。

③生育初期の低温が生育不良をもたらす

北海道では特に春先の気温が低く、有機物の分解や地力の発現が遅れる。また、低温期には、根粒菌の活動が抑制されるので、生育が緩慢なことが多い。さらに、寒冷地での有機栽培では、前作物の残渣を前年秋に、緑肥を春に鋤込むケースが多いが、春先は地温が低く有機物の分解が緩慢なため、大豆の播種時期が早いと、土壌中の未分解有機物にタネバエが発生し発芽が阻害されることがある。

④気象条件によって作柄が大きく変動する

天候不順が続くと、未分解の有機物が残存し、有機物の施用増加で土壌は窒素過剰になりやすく、大豆の蔓化や病虫害が増加し、作柄が不安定になる。

また、8月下旬以降に気温20℃付近で降雨が続くと紫斑病に感染しやすく、大豆群落内の過湿、過繁茂、刈り遅れも被害を拡大する。

なお、北海道の道東では、冷害の発生頻度が高く、単収の年次変動が大きい。

2) 有機栽培を成功させるポイント

先駆的な有機大豆作農家の事例から、有機栽培を成功させる技術的留意点を示す。

①土壌の透・排水性を高める

発芽時の障害はその後の根の発達を悪化させ、収量を低下させる。また、土づくりのためヘアリーベッチなど緑肥を取り入れている有機大豆作農家

も多いが、土壌が過湿状態では生育が悪く、緑肥としての効果が低下する。そこで、排水不良の圃場では、暗渠排水や圃場内明渠の設置、サブソイラーによる心土破碎のほか、耕起、畝立てにより、排水性を高める必要がある。

②除草を適期・適切に行う

播種後2週間以内に1回目の中耕を行うと雑草の抑制効果が高い。株間の雑草は早期の培土により抑えられる。生育初期にはトラクターを低速で運転し大豆に障害を与えないように注意するが、草丈が高くなるに従い速度を上げ、株元まで覆土が届くようにする。中耕・培土の回数の増加で雑草抑制効果は高まるが、北海道では大豆の発芽前に2回カルチベーターがけを行い、大豆の発芽後も5～6回の中耕・培土を行い抑草をしている例がある。東北地方では除草時期が梅雨と重なり、中耕・培土のタイミングを失しやすいので、降雨前に作業が行えるように留意する。なお、イヌホウズキやスベリヒユが残っていると、コンバイン収穫時に子実を汚損し商品価値を下げるので、収穫前に除く必要がある。

③地力向上を図る

大豆の窒素吸収量は水稻の約2倍とされ、特に開花期以降に大量の窒素を吸収する。従って、土壌診断に基づき地力を高める土づくりが必要である。大豆の作柄の年次間差は大きいですが、寒冷地で200kg/10a以上の単収を安定的に上げている有機栽培農家は、緑肥や堆肥による土づくりを行っていることが多い。また、生育後期の高い窒素要求性に応え、播種前に有機質肥料を深層に施肥して成果を上げている例もある。播種直前か播種時に土ぼかしや有機質肥料を施用し初期生育を旺盛にすることも重要である。

④病虫害の抑制対策をとる

有機栽培では、前作物の残渣を秋の収穫後に、緑肥を春に鋤込むケースが多いが、大豆の播種期が早いと土壌中の未分解有機物にタネバエが発生し発芽が抑制される。そのため、北海道の大規模畑輪作では、有機物の鋤込みと大豆の播種期をずらしたり、播種直後に鎮圧ローターをかけ

てタネバエの発生を抑制している例がある。

また、田畑輪換はマメシクイガの発生を抑え、雑草も抑制できる有効な耕種技術となる。紫斑病は、大豆群落内の過湿、過繁茂、刈遅れも被害を助長するので、排水対策を徹底し、適切な栽植密度を保ち、適期刈取りを行う。

⑤ 合理的な土地利用を行う

大豆を連作すると地力低下や病虫害が発生しやすくなるので、田畑輪換やブロックローテーションを行うことが望ましい。北海道では畑作大豆の有機栽培農家も、慣行栽培と同様な3～5年サイクルの畑輪作を行うことが多い。東北中・北部では1年1作の単作型の大豆栽培が多いが、中部以南では「水稻－麦－大豆」の2年3作または「麦－大豆」の1年2作の作付体系を組むことができる。

⑥ 適切な品種選択を行う

寒冷地の気象条件は多様であり、道県での奨励品種数も多い。有機栽培でもこの中から、低温抵抗性、耐病虫性、晩播適応性、機械化適応性などを考慮して選択するのがよい。

3) 寒冷地における有機大豆作の留意点

(1) 品種と作付時期の選択

①品種の選択

北海道の奨励品種には低温抵抗性のある品種が多いので、道の奨励品種を選択した方がよい。北海道では、道東、道央、道南で気象条件が大きく異なるので、奨励品種の数も多い。また、シストセンチュウやわい化病への抵抗性や、また、大規模栽培されることが多いので機械化適応性などを考慮して選定する。冷害の発生頻度が高い道東では、早生系統の品種が適している。

東北地方では気象などの制約条件が複雑なため、耐病虫性、密植適応性、晩播適応性、早晩性、機械化適応性、耐冷性、水田転換畑適応性など幅広い対応が求められる。各県それぞれ4～9品種を奨励しているので、これらの情報を考慮し、実需者の意向を加味して品種選択を行う。

② 作付時期の選択

北海道では気象条件の制約から、大豆は1年1

作の単作となり、栽培時期も生育温度と収穫晩限期との関係で自ずから限定される。北海道農務部は「道産豆類地帯別栽培指針」において、地域別の積算気温と無霜期間の組合せにより、地域ごとの指針を出しているが、有機栽培においても気象の制約は慣行栽培以上に大きいので、この基準に従うことになる。

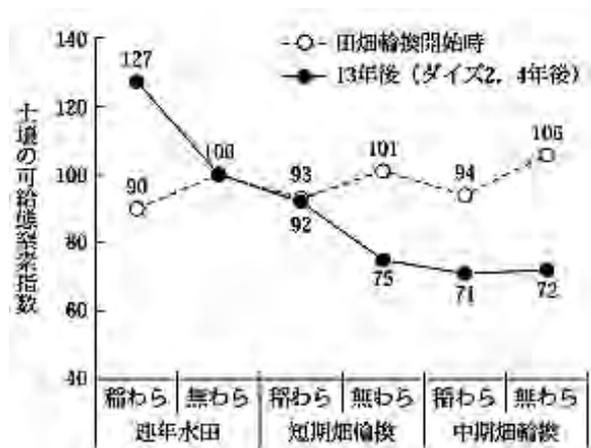
一般的な播種期は、5月中旬から下旬にかけてになり、収穫期は10月上旬からになるので、無霜期間の短い地域では特に品種の早晩性にも留意して作付時期を選択する必要がある。

東北地方でも1年1作の単作型の栽培になるが、無霜期間のある程度長い中部以南では、水稲一麦一大豆の2年3作型（気候条件が良い所では麦一大豆の1年2作型）の作付け体系を組むことができる。

(2) 圃場の選定と準備

寒冷地では、生育期間が限られている上に、一般に地形条件や土壌条件からみて、他地域以上に圃場の選定や準備が重要になる。

大豆は根粒菌の空気中からの窒素固定にかなり依存しているが、温度条件が低い時期には根粒菌の働きが低いため、地力の高い圃場を選ぶ必要がある。



図Ⅲ-2 田畑輪換の繰返しに伴う土壌の可給態窒素の変化（農業技術大系）

土壌の可給態窒素は連年水田・稲わら無施用と100とした指数。短期畑輪換は1年おき、中期畑輪換は3年おきに実施。

北海道では、耕起後播種までの期間が長いと、土壌が乾燥し過ぎて大豆が発芽不良となる。また、降雨後に乾燥して土膜（クラスト）が出来やすい土壌では、一旦クラストが出来ると、土壌の通気性が著しく低下し、発芽が著しく低下する。このような土壌では、耕耘し過ぎや碎土率の高いアップカッターロータリー耕を避け、浅耕で高畝にした方が良い。スメクタイト系の重粘土壌は、耕耘・碎土後、土壌表面がさらに細かく碎けるため、耕耘後に降雨があってもクラストが形成されにくい。このため、こうした土壌の地域では、水が飽和状態になると透・排水性が低下し湿害が起きやすいため、播種前や播種時に十分耕起して高畝にすることや、アップカッターロータリー耕での畝立て同時播種が適当である。スメクタイト系の重粘土土壌であっても、土壌中のナトリウム含量の高い土壌では厚いクラストが形成される場合があり、そのような土壌ではロータリー耕は適さない。

(3) 土づくりと施肥管理

① 有機物の分解に留意した施肥管理

東北農業研究センターが行った田畑輪換の試験では、稲わらを還元しない1年おきの短期輪換や稲わら還元の有無に関わらない3年おきの中期輪換では、13年後の土壌可給態窒素の低下が大きいとしている。有機大豆作でも定期的に土壌診断を行い、地力の変化に注意が必要である。

寒冷地では融雪の関係で春先の圃場作業や有機物の分解期間が十分取れないことがあるので、土づくりは秋耕起を行う際に前作物の残さや堆肥を鋤込むと効果的であり、牛糞堆肥や籾殻米糠堆肥などを、500～1000kg/10a程度施用している例もある。

天候の関係で秋耕起ができなかった場合は、春に圃場に入れ次第作業を開始する。大豆栽培の前に緑肥としてヘアリーベッチを活用している秋田県の例では、天候不良で秋にヘアリーベッチが播種できなかった年には、春先の融雪後すぐになたね油粕、鶏糞堆肥、有機質肥料を組合せ、10kg/10a相当の窒素量を全層施用している。北海

道では春先施用の有機物は分解しにくいので、大豆の播種までに十分な分解期間がとれない場合は注意する。ただし、投入有機物の量や種類によっては春施用でも問題がないケースもある。栽培事例の中には、春先に自家製堆肥（バーク、麦稈、米糠、有機物残渣が原料）を1.5～2t/10a施用し、さらに大豆播種の数日前に自家製の土ぼかしを0.5t/10a施用した農家や、大豆の播種と同時に有機質肥料40kg/10aとグアノリン酸20kg/10aを施用している農家もあり、大豆の初期生育を確保している。

②緑肥利用による土づくり

緑肥を活用した土づくりも有効である。北海道では大規模圃場で畑輪作を行う場合、前年にクローバーやライムギ、ヒマワリなどを緑肥として活用できる。東北地方では水稲と大豆を1年毎に交互に栽培する単作型、あるいは水稲作を2～3年のあと大豆を1作入れる田畑輪換の中で、ヘアリーベッチを栽培する有機栽培農家も多い。この場合は、水稲収穫後直ちに播種するか、天候不良で水稲の収穫が遅れる場合には、水稲の立毛中にヘアリーベッチをばら播きし（5kg/10a）、越冬前にできる限り生育量を確保する。

ヘアリーベッチは、大豆の播種1～2週間前にはチョッパーで裁断し、バーチカルハローなどで土壤に鋤込む。ただし、ヘアリーベッチの生育が旺盛な場合には、窒素過多から大豆の蔓化や花落ちが起きるので、早めの鋤込みとする。ヘアリーベッチが生育不良の場合は、鋤込み時期を遅らせて生育量を確保する。

秋田県立大学の研究によると、ヘアリーベッチが蓄積した窒素の還元効果に加え、ヘアリーベッチが根を張ることで圃場の物理性が改善され、透・排水性の向上効果あるという。ヘアリーベッチの鋤込みには雑草の抑制効果のほか、その効果が次の水稲作でも続いているとみている生産者もいる。

ヘアリーベッチ導入上の注意点は、発芽時に湿害を受けやすいので、降雨が続く場合は播種を遅らせた方がよい。なお、青森以北では気温が低く生育が不十分なため、緑肥効果が期待できな

いことが多い。

ヘアリーベッチも根に根粒菌が共生するが、初めてヘアリーベッチを導入する際には、その生育を良好にする根粒菌接種剤も開発されている。秋田県立大学では、寒冷地の土壤から窒素固定能力の高いヘアリーベッチ根粒菌を探索し、土壤へ定着させてヘアリーベッチの根への感染率を高めて成功している。この資材はJA大潟村が窓口になって市販されている。

(4) 播種

北海道では春先の地温の上昇が遅く、早播きすると晩霜害を被ることがある。一般には5月中下旬～6月上旬に播種されることが多い。東北地方では転作大豆作が多いので、田植えが終わってから本格的に準備を始めると、晩限期ないしは適期からやや遅れた播種（6月上旬～下旬）になりやすい。

大豆は発芽時に湿害を受けやすいので、播種時の土壤水分状態に注意する。東北地方では重粘土壤や排水不良で地下水位の高い転作田が多く、さらに播種時期が梅雨と重なりがちなため、播種直後に長雨が続く場合は播種を控えた方がよい。重粘土壤では、アップカッターロータリー耕での畝立て同時播種が適している。一方、降雨が少なく土壤が乾燥し過ぎても大豆の発芽は悪い。重粘土壤で碎土率が低い場合は、土壤と大豆の種子との接触が不十分となり、さらに鎮圧も不十分となるので、大豆の発芽前に土壤が乾燥することもある。

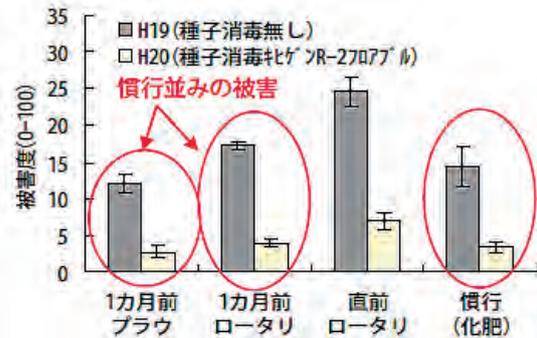
栽植密度は生産者が持つ機械によっても若干異なるが、総じて畝間60cm程度、株間20cm程度、2粒播きの15000～20000本/10a植が標準的である。生産者によっては畝間を70～90cmに広げ、株間を10～15cmに狭める場合もある。ある有機栽培農家は、管理しやすい環境づくりと風通しによる病虫害抑制効果を狙い、畝間80cm、株間27cm、2粒播きの9000本/10aと粗植で栽培している。このように栽植密度を下げた場合、大豆の分枝数が増え、着莢位置も下がるのでコンバイ

【参考情報：有機質肥料等の深層施肥が収量増につながる可能性】

深層部では硝酸化成作用がほとんど生じず、有機物が分解されてもアンモニア態窒素のままで残存するので、大豆の播種前や播種時に有機質肥料や肥効性がある完熟堆肥などの深層施肥が可能であれば、生育後期に根粒の活性を落とさず高い追肥効果を期待できる可能性がある。

大豆は栄養生長期と生殖生長期で吸収する窒素の形態が異なること、さらに深層部から吸収した窒素は、根上部への根粒菌の感染や根粒の窒素固定能を妨げないとの報告がある(Takahashiら1991, 1992)。

岩手県農業研究センターでは、大豆播種の1ヵ月前に耕深40cmのプラウ耕を行い、発酵鶏糞を深層施用(発酵鶏糞は35cm前後の層位に分布)したところ、タネバエ被害が軽減し、化成肥料施肥並みの収量が得られている(図III-3、表III-1)。



図III-3 発酵鶏糞の施用法別のタネバエ被害度比較 (岩手県農業研究センター 2010)

表III-1 発酵鶏糞の施用法別の生育量・収量比較 (岩手県農業研究センター 2010)

年次	区名	主茎長 (cm)	採実英数 (/㎡)	収穫時株数 (/㎡)	子実重 (kg/10a)	百粒重 (g)
H19	1ヵ月前プラウ	84.0	612	10.2	270(104)	26.4
	1ヵ月前ロータリ	76.4	534	8.7	271(105)	30.0
	直前ロータリ	51.2	513	6.7	240(93)	29.1
	慣行(化学肥料)	76.6	606	8.7	259(100)	28.2
H20	1ヵ月前プラウ	74.6	521	9.2	338(107)	37.2
	1ヵ月前ロータリ	74.4	583	9.2	347(110)	38.2
	直前ロータリ	78.0	506	8.2	314(99)	37.1
	慣行(化学肥料)	78.2	524	9.0	316(100)	37.3

注1：被害度は、数値が大きいほどタネバエの被害を受けた株の割合が高いことを意味する。
 注2：1ヵ月前プラウ：播種1ヵ月前に発酵鶏糞を施用後、プラウ耕。
 1ヵ月前ロータリ：播種1ヵ月前に発酵鶏糞を施用後、ロータリ耕。
 直前ロータリ：播種直前に発酵鶏糞を施用後、ロータリ耕。
 慣行(化学肥料)：播種直前に化学肥料を施用後、ロータリ耕。
 注3：窒素施用量は、発酵鶏糞が6kg/10a、慣行(化学肥料)が3kg/10a。

ン収穫には不向きとなるが、この生産者は刈払機と脱穀機で収穫している。

(5) 雑草防除対策

有機大豆の畑輪作が多い北海道では、田畑輪換体系と比べて畑雑草の発生量が多いが、梅雨による農作業への影響がないため、中耕・培土は適切に行いやすい。北海道では大豆の生育期間中に、中耕・培土と手取り除草を合わせて5～

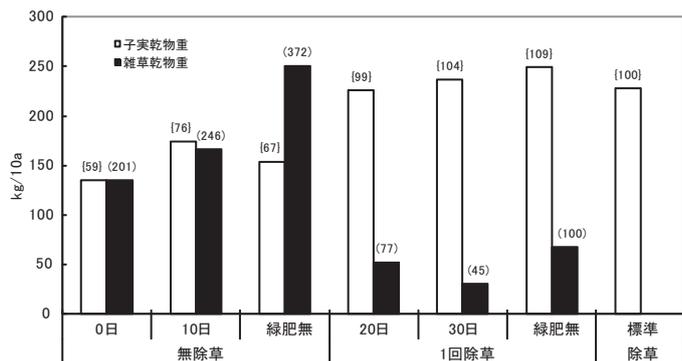
8回程度行うことができる。徹底的な除草を行う有機栽培農家では、大豆の発芽前にロータリーカルチベーターかけを2回行う例もある。

東北地方では初期除草が必要な時期が梅雨と重なり、水田転換畑では排水性が良くないため、機械除草をタイミング良く行うことが難しい。中耕・培土回数は2～4回程度の農家が多いが、天候不良が続く年には作業ができない場合もあるので、生育初期の天気予報や圃場の状態に注意する。

【参考情報：1回の中耕除草と小麦のリビングマルチを組み合わせた雑草抑制技術】

寒冷地でリビングマルチを活用する場合、夏に高温にならない地域では麦類が枯死せず、大豆の生育と競合することがあるので注意する必要がある。

この問題に関連して実施した実証調査の結果（（財）微生物応用技術研究所2011）では、北海道北部で大豆（品種ユキホマレ）を播種してから30日後に中耕除草を行い、直ちに小麦（品種ホクシン）を播種することで雑草の発生が抑制できた（図Ⅲ-4、図Ⅲ-5、写真Ⅲ-1）。本技術では中耕除草が1回で済み、北海道では小麦が輪作体系に組み込まれており、屑小麦が種子として使えるので経済的である。播種のタイミングと播種量が適切であれば、寒地でもリビングマルチは雑草抑制と土づくりに有効である。

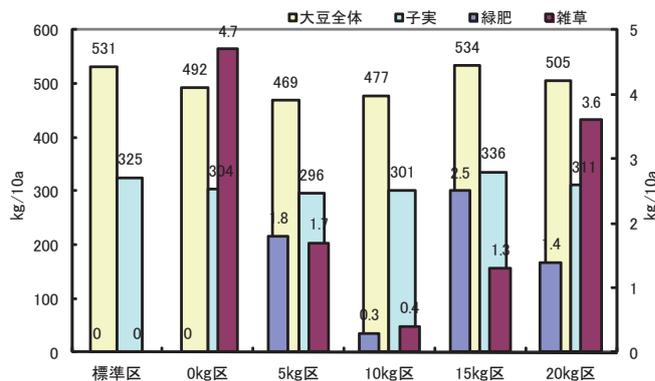


カッコ内の数字は、それぞれ子実は標準除草区を100とした指数で、雑草は1回除草緑肥無区を100とした指数。

図Ⅲ-4 除草と小麦緑肥の播種が大豆子実及び雑草乾物重に及ぼす影響

- ①「無除草0日」:大豆播種日に小麦を播種。期間中無除草。
- ②「無除草10日」:大豆播種10日後に小麦播種。期間中無除草。
- ③「無除草緑肥無」:小麦を播種しない。期間中無除草。
- ④「1回除草20日」:大豆播種20日後に除草、小麦播種。
- ⑤「1回除草30日」:大豆播種30日後に除草、小麦播種。
- ⑥「1回除草緑肥無」:大豆播種20日後に除草、小麦を播種しない。
- ⑦「標準除草」:除草は手作業で適時行い、小麦を播種しない。

- ・大豆（品種ユキホマレ）：条間60cm×株間20cm，1株当2本立て（播種量8kg/10a），6/8播種，10/13収穫
- ・小麦（品種ホクシン）：散播（播種量10kg/10a）
- ・施肥：無施肥



- ①「0kg区」:大豆播種30日後に除草、小麦を播種しない。
- ②「5kg区」:大豆播種30日後に除草、小麦5kg/10aを播種。
- ③「10kg区」:大豆播種30日後に除草、小麦10kg/10aを播種。
- ④「15kg区」:大豆播種30日後に除草、小麦15kg/10aを播種。
- ⑤「20kg区」:大豆播種30日後に除草、小麦20kg/10aを播種。
- ⑥「標準除草区」:除草は手作業で適時行い、小麦を播種しない。

- ・大豆（品種ユキホマレ）：条間60cm×株間20cm，1株当2本立て（播種量8kg/10a），6/20播種，10/30収穫
- ・小麦（品種ホクシン）：散播
- ・施肥：無施肥

図Ⅲ-5 小麦緑肥の播種量が大豆子実、小麦緑肥及び発生雑草の生体重に及ぼす影響



写真Ⅲ-1
小麦緑肥を利用した有機大豆の様子

また、収穫前の手取り除草も行う必要がある。イヌホウズキやスベリヒユを取り残すと、コンバイン収穫の際に大豆子実の汚損の原因になる。また、田畑輪換の大豆作でヒエを残すと、翌年の稲作に影響が出る。

(6) 大豆根粒菌の接種

根粒菌は地温15℃ではほとんど窒素固定をしないので、寒冷地では根粒の窒素固定が不十分なことがある。そのため、低温でも窒素固定活性の高い大豆根粒菌資材を接種すると効果が高い。

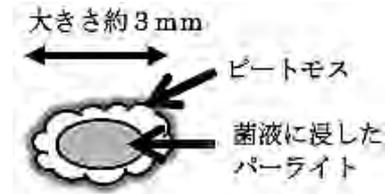
圃場の利用法の違いは、土壌中の根粒菌密度に影響を与える。北海道では畑輪作が、東北地方では田畑輪換が行われることが多いが、畑利用継続地や隔年おきの田畑輪換では土壌中の根粒菌密度は維持されるが、稲作継続圃場や大豆の不作付圃場では根粒の着生不良が生じるため、積極的に根粒菌の接種を行った方がよい(表Ⅲ-2、表Ⅲ-3)。

大豆への根粒菌接種は、種子粉衣剤で利用されることが多い。一方、(独)農研機構北海道農業研究センターの研究によると、寒地転換畑(灰色低地土)では根粒菌液に浸した粒状資材の方が高い接種効果を持つとされている。この資材は、根粒菌の菌液に浸したパーライトをピートモスで被覆した粒状物(図Ⅲ-6)であり、この資材を圃場に25kg/10a施用することで、大豆の根に形成された根粒数は種子粉衣剤や菌液による接種より有意に増加した。

表Ⅲ-3 接種資材の違いが灰色低地圃場における根粒着生数に及ぼす影響
(臼木・土田 2009)

接種法	2008年度	2009年度
	根粒着生数 個/株	根粒着生数 個/株
無接種	5.4a	39.6a
種子粉衣剤	12.2a	47.5a
菌液	—	37.7a
粒状資材	46.1b	60.2b

異なるアルファベット間にFisher's PLSD 5%水準で有意差がある。北海道農業研究センター美咲試験地の灰色低地土圃場において大豆「トコムスメ」を接種した。種子粉衣剤は市販品を使用。菌液は根粒菌菌液(10⁶cfu/ml)を播種機に圃場面積m²あたり15mL施用。粒状資材は菌液としての施用量が等量となるように上記の粒剤を圃場面積m²あたり25g施用した。生育初期に根粒着生数を計測した。



図Ⅲ-6 根粒菌粉状資材の模式図

(7) 病虫害対策

寒冷地では比較的病虫害の発生は少なく、問題となる病虫害の種類も限られてくる。しかし、被害が大きくなると単収や品質が低下する。寒冷地で問題となりやすい病虫害の主なものは以下の通りである。

① 主な虫害と防除策

i. マメシクイガ

寒冷地で発生が多く、特に低温年に多発する傾向があるので注意が必要である。幼虫が莢の中

表Ⅲ-2 北海道の転換畑における大豆根粒菌密度(臼木ら 2004)

作付け前歴						根粒菌密度 ²⁾
平成10	平成11	平成12	平成13	平成14	平成15	
水稲	水稲	水稲	水稲	水稲	水稲	7×10 ⁹
ダイズ	水稲	水稲	水稲	水稲	水稲	1×10 ⁸
ダイズ	水稲	水稲	水稲	水稲	— ¹⁾	1×10 ⁷
水稲	水稲	ダイズ	水稲	水稲	水稲	10×10 ⁴
水稲	水稲	水稲	水稲	ダイズ	水稲	8×10 ⁴
水稲	水稲	水稲	水稲	ダイズ	水稲	4×10 ⁶
水稲	水稲	水稲	水稲	ダイズ	水稲	1×10 ⁸
水稲	水稲	水稲	水稲	ダイズ	水稲	9×10 ⁴
水稲	水稲	水稲	水稲	ダイズ	水稲	3×10 ⁹
水稲	水稲	水稲	ダイズ	水稲	ダイズ	1×10 ⁸

1) 根粒菌密度を平成15年度5月に調査。

2) 根粒菌密度は1)を除き平成16年度5月に調査(両作転換土壌)。

に侵入して子実を食害するため、大豆の外観が劣化するだけでなく、食害程度が大きくなると播種時の発芽率が悪くなり、ひどいものでは不稔になる。

寒冷地では年間に一世代である。羽化時期は北になるほど発生が早くなる傾向があり、北海道では8月中旬、東北北部では8月中下旬、東海南部では8月下旬－9月上旬に羽化盛期となる。この頃に莢に産卵され、7－10日後に幼虫が発生する。

マメシクイガの抵抗性品種はないが、発生時期を考慮して大豆の品種を選択すると被害が軽減できる。莢に毛茸のない品種の方がマメシクイガの侵入が少ない傾向があり、また、極早生種や晩生種は中生種より被害が少ないとされている。

大豆を3年以上連作すると被害が大きくなるため、畑輪作や田畑輪換により密度の低減を図ることが有効である。圃場の排水対策徹底でマメシクイガの被害が軽減された例もある。

ii. ダイズシストセンチュウ

土壌伝染性の線虫であり、一旦発生すると根絶は困難である。大豆の根に寄生して表面にケシ粒大の黄白色粒子を形成する。寄生を受けた大豆は生育が劣り、葉が黄化する。

ダイズシストセンチュウの抵抗性品種として、ワセズナリ、ナンブシロメ、リュウホウ、スズカリ、スズユタカ、オクシロメなどがある。大豆の他にアズキやインゲンにも寄生するので、豆科作物が続けて作付けされない体系や田畑輪換を行い、本線虫の密度を下げる耕種法が有効である。

iii. タネバエ・ネキリムシ

幼虫が出芽前の種子や出芽後の幼苗を食害し、発芽不全や幼苗を枯死させたりする。有機物が発する臭気に強く誘引されるので、未熟な有機物の施用や緑肥を鋤込んだ後はしばらく置いてから大豆を播種する必要がある。北海道では緑肥を鋤込んで大豆を播種した直後に、鎮圧ローターを数回かけて足が沈まない程度にまで鎮圧すると、タネバエの被害が軽減し、発芽揃いを高めている例がある。

②主な病害と防除策

i. 紫斑病

大豆の葉、莢、種子に発生し、種子の一部または全面が紫色に着色し、外観品質が低下する。降雨により発病が助長される。種子伝染するので罹病種子は完全に除去するとともに、利用した大豆残さも持ち出して焼却する。大豆以外に、ツルマメ、アズキ、インゲンなどにも感染するので、豆科作物が連作とならない作付体系とする。紫斑病抵抗性品種として、ミヤギシロメ、タチナガハ、エンレイ、すずほのか、すずかおり、ユキシズカ、コスズなどがある。耕種的防除法だけでは限界がある場合、有機JAS許容農薬である銅剤を、開花14～28日後に散布する方法がある。

ii. ウイルス病

ウイルスの種や系統、大豆の品種ごとに病徴が異なり、モザイク病、萎縮病、わい化病などがある。大豆のウイルス病の多くはアブラムシにより伝搬されるので、アブラムシの発生しやすい時期をできるだけ回避し、また、2次伝染の防止のために罹病株は早期に抜き取る。種子伝染もするので罹病株からの採取は避ける。モザイク病に対する抵抗性品種としては、タチユタカ、スズユタカ、すずほのか、里のほほえみなどがある。

(8) 収穫・調製

大豆の収穫は、莢の中で子実が転がる音がするくらいまで乾燥させた後に行う。最近ではコンバインで収穫し、その後に乾燥機で乾燥させる生産者が多い。慣行栽培の大豆との混入を避けるため、有機栽培の営農グループでコンバインや乾燥機を共有するケースもある。北海道ではバインダーやビーンハーベスターで収穫後に圃場で積み上げて乾燥（にお積み）させたり、そのまま2～3日放置した後にピックアップスレッシャーで脱穀することもある。また、疎植で栽培された場合には分枝数が増え着莢位置も下がり、コンバイン収穫には不向きなため、刈払機やバインダーで刈り倒し、その後脱穀機にかけるとよい。また大豆の収穫前に、イヌホウズキやスベリヒユなどの雑草を除去し

ておかないと、子実の汚損の原因になるので注意を要する。

乾燥機での急激な乾燥は、裂皮やシワの原因になるので、初めに水分含有率を20%から18%に一旦落とし、その後15%程度にと2段階に分けて乾燥する。

4) 事例紹介

(1) 緑肥活用で4年輪作の有機大豆作

一田畑輪換と徹底した除草対策を実施一
(北海道三笠市H社、有機栽培歴10年)

①経営概況

経営面積は水田123a、畑629aで、うち有機栽培面積は水田44a、畑629aである。常時雇用者は5名である。有機大豆作は2006年から始め、面積は30aで、有機JAS認定は平成13年から取得している。

②大豆の栽培概要

品種は黄大豆は「トヨムスメ」(奨励品種)で、黒大豆は「イワイクロ」(奨励品種)である。種子は原則として自家採取で更新しているが、病虫害が出れば近くの有機栽培農家から購入している。

播種は6月10日頃に4連播種機で、畝間66cm、株間12cm、2粒播きとし、栽植密度は25000本/10a程度である。収穫時期は通常10月中旬頃で、株を刈り倒した後、大豆子実の水分が15%程になるまで圃場に積み上げて乾燥させる(にお積み)。乾燥後は脱粒機と唐箕にかけ粒径別に調製する。単収は年次変化が大きく、良い年は200kg/10a程度、悪い年は100kg/10aの時もある。

③排水・土づくり・施肥対策

暗渠を設置しているが効果が不十分なので、秋

にチゼルプラウで表面を荒く起こし、さらに明渠で春先に土壌を乾燥させている。次作が大豆の場合は、秋や時には春にサブソイラーや弾丸暗渠を施工する。畑をよく乾かすように努め、特に春先の雪解け水に早く対処して、適期作業を心掛けている。

作付体系は4年畑輪作で、大豆作の前は施肥を行わず、前作物の残渣や緑肥(クローバ、ライムギ、ヒマワリ)の鋤込みだけを行っている。

5月下旬にロータリー及びアップカットロータリーで耕起を行い、追肥は行わない。

④雑草対策

6月中旬～下旬にロータリーカルチベーターやキューホーなどで中耕・培土を行う。さらに、6月下旬～7月中旬の間に延べ9回程度手取り除草も行う。中耕・培土による除草はタイミングが重要で、天候によって作業が遅れると大幅に減収する。

⑤病虫害対策

病虫害の影響は小さい。緑肥の鋤込みから大豆播種までの期間が短いため、発芽時にタネバエの被害が大きかったが、播種後に鎮圧ロータリーを数回かけ、足を踏み入れても沈まない程度まで鎮圧した結果タネバエは抑制でき、発芽揃いも高まった。

マメシクイガ対策には、有機JAS認定資材の忌避剤「ウインドスター」(松ヤニ、2万円/L)を使い始めたが、効果の確認には至っていない。ハトによる食害の影響が大きく、パオパオやネットの被覆、黄色い糸やテグスを張ったりしたがあまり効果がなく、発芽直後の子葉が食害され問題である。



写真Ⅲ-2 大豆畑と圃場管理機具

(2) 田畑輪換で大規模有機大豆作

一秋耕起・稲わら等鋤込みで土づくり
(青森県中泊町Z社、有機栽培歴40年)

①経営概況

経営面積は水田3300a、転換畑5200a、畑320aで、全てが有機栽培である。家族労働人数は3名、雇用者は9名、臨時雇用は延べ910人日である。有機大豆作は2000年から始め、面積は4000aで、有機JAS認定は平成13年から取得している。

②大豆の栽培概要

作付体系は「大豆2年—水稲2年」や、「大豆1年—水稲2年—小麦1年—緑肥」という田畑輪換で行っている。品種は「おおすず」(奨励品種)で、種子は自家採取で更新している。

播種は6月1～10日の間に播種機で行う。畝間72cm、株間18cm、2粒播きで、栽植密度は16000～18000本/10a程度となる。

収穫は10月末にコンバインで収穫し、大豆子実の水分を20%から18%に落として10～20日間置き、その後15%に落とす2段階乾燥を子実の裂皮防止のため行っている。単収は平均120kg/10a程度であるが、多い年は240～300kg/10aの時もある。

③排水・土づくり・施肥対策

排水対策は暗渠排水やプラウ耕で対応し、弾丸暗渠を入れることもある。また、春秋の耕起で土壌をできるだけ乾燥させている。

コンバイン収穫後の稲わらや大豆残渣に、自家製の籾殻・米糠堆肥(1600L/10a)を施用し、プラウで天地返しをして鋤込み、春先の排水対策も兼ねている。さらに、5月中にプラウ(水分の多い圃場はディスクプラウ)、バーチカルハロー、アップカッターロータリーをかけ、有機物の分解を促進し、雑草発生を抑制している。

④雑草対策

雑草が繁茂すると収量に大きく影響するので、田畑輪換で畑雑草と水田雑草をそれぞれ抑制するとともに、中耕・培土と手取り除草を行っている。中耕・培土は6月15日～7月5日の期間にカルチベーターを3回かけている。手取り除草は7月20日～8月15日の期間に行う。

⑤病虫害対策

マメシクイガも紫斑病もほとんど問題にならない。田畑輪換が有効に働いていると感じている。



プラウ



バーチカルハロー

写真Ⅲ-3 大豆畑と圃場管理機械

(3) 緑肥利用と田畑輪換での有機大豆作
—排水対策と雑草対策を徹底—
(秋田県大潟村H氏、有機栽培歴20年)

①経営概況

経営面積は水田1410a、転換畑350aで、うち有機栽培面積は水田350a、転換畑350aである。家族労働2名と臨時雇用者は120人日である。有機大豆作は2005年から始め、面積は350aで、有機JAS認定は平成13年から取得している。

② 豆の栽培概要

大豆の作付は1年おきの田畑輪換で行っており、大豆作の前作として緑肥（ヘアリーベッチ）を栽培している。大豆の品種は「リュウホウ」（奨励品種）で、大潟村カントリーエレベーター公社やJAから購入している。播種は6月15日頃に播種機で、畝間72cm、株間13cm、2粒播きで、栽植密度は18000～20000本/10a程度である。

収穫は通常10月20日前後で、大豆の生育不良の場合は手刈りを行うこともあるが、原則としてコンバインで収穫する。収穫後はすぐ大潟村カントリーエレベーター公社に納品する。単収は年次変動が大きく、90～270kg/10aの幅がある。

③排水・土づくり・施肥対策

排水対策として暗渠を敷設しており、さらに2～3年おきに古い暗渠につなげるように横暗渠を入れている。秋にプラウ耕を行うと乾燥が進み、わらの分解促進や雑草抑制にもつながるように感じて

いる。

大豆作の前に緑肥のヘアリーベッチを栽培している。ヘアリーベッチも過湿で発芽不良になるので、できるだけ土壌を乾燥させてから播種している。緑肥の導入で圃場内で有機物が確保でき、大豆の生育も良好である。ヘアリーベッチの播種は、前年の水稻収穫後あるいは収穫が伸びた場合は稲が残っている状態で圃場にばら播き（5kg/10a）している。ヘアリーベッチの鋤込みは6月上旬に行うが、生育しすぎると窒素が効き過ぎて大豆の蔓化や花落ちで減収となるので、早めに鋤込んでいる。ヘアリーベッチを播種できなかった年は、元肥として10kgN/10a程度になるように、ナタネ油粕（320kg/10a）を施用する。田畑輪換で大豆栽培の前に鋤込んだヘアリーベッチの抑草効果は稲作でも継続していると感じている。

④雑草対策

中耕・培土のタイミングが良ければ問題はない。中耕・培土は6月30日～7月15日の間に4回以上行う。中耕・培土には爪カルチベーターとロータリーカルチベーターを用いるが、培土効果の高い爪カルチベーターの方が使用頻度は高い。手取り除草は8月10日頃に臨時雇用者で行っている。

⑤病虫害対策

田畑輪換の実施でほとんど問題にならない。ヘアリーベッチを鋤込むので大豆発芽初期のネキリムシが問題になるが、防除資材は使っていない。



写真Ⅲ-4 大豆畑とヘアリーベッチの刈取り

(4) 排水を徹底した低投入型大豆作

一根際の排水性向上を狙う中耕・培土一
(宮城県登米市U氏、有機栽培歴17年)

①経営概況

経営面積は水田777a、転換畑103a、畑20aで、うち有機栽培面積は水田127a、転換畑103a、畑10aである。労働力は家族2名、除草時の雇用者は15名程度である。有機大豆作は1997年から始め、面積は103aで、有機JAS認定は平成13年から取得している。

②大豆の栽培概要

転換畑で連作を行っており、品種は黄大豆の「ミヤギシロメ」と、納豆用小粒大豆の「地塚」を栽培している。種子は1年おきに購入し更新している。

播種は6月下旬に畦間73cm、株間18cm、2粒播きで、栽植密度は15000株/10a程度である。

収穫は12月下旬で、コンバイン収穫である。単収は平均180kg/10a程度である。

③排水・土づくり・施肥対策

約30年前の圃場整備で暗渠を設置した。排水対策は大豆の発芽だけでなく、雑草や病虫害の発生にも影響が大きい。中耕・培土時に鉄の斧のようなアタッチメント（商品名：Eカッター君）で根際も中耕し排水性を向上させている。

以前、牛糞堆肥を施用していた頃は外来雑草が発生し、さらに有機質肥料を施用していた頃は雑草の繁茂や病虫害の発生が激しかったので、現在は大豆残渣を鋤込むだけにしている。一部生育の悪い圃場には屑大豆を施用する場合もある。春に荒起しを行っている。

④雑草対策

雑草が繁茂すると収量に大きく影響するので、カルチベーターによる中耕・培土と手取り除草のタイミングを逃さないように努めている。7月中旬と8月上旬にカルチベーターで中耕・培土を2回以上行っている。また、シルバー人材センターに依頼し手取り除草もこまめに行っている。主な雑草種はアメリカセンダングサ、アレチウリ、オオオナモミ、イヌホウズキである。

⑤病虫害対策

マメシクイガは問題であるが、根際の中耕により排水性を改善すると発生が減少してきた。

(5) 排水・有機質資材での土づくり

(山形県河北町O氏、有機栽培歴56年)

①経営概況

家族労働人数は2名、臨時雇用人数は延べ40人日である。経営面積は水田240a、転換畑60a、畑5a、樹園地60aで、うち有機栽培面積は有機水稻100a、有機大豆60aである。有機JAS認定は平成13～15年まで取得していたが、その後中止した。

②大豆栽培の概要

地域で水稻から大豆へ集団転作してから、8年間の連作を行っている。

干ばつ時には暗渠に用水を入れて地下灌漑を行っている。

品種は黄大豆の「スズユタカ」と、緑大豆の「秘伝豆」を栽培している。種子は自家採取で更新している。

播種はロータリーの後ろに播種機を付け、畝立



写真Ⅲ-5 大豆畑と中耕用アタッチメント



中耕培土用の管理機

写真Ⅲ-6 大豆畑と圃場管理用具（提供；三島賢一氏）

てをせずに耕耘同時播種を6月15日頃に行っている。播種前には数回耕耘をして碎土と乾燥化を進め、大豆の発芽率を高めている。畝間90cm、株間10cm、2粒播きで、栽植密度は22000本/10a程度である。

収穫は10月末にコンバインで行い、その後乾燥機で仕上げる。単収は黄大豆が220～280kg/10a、緑大豆が110kg/10a程である。緑大豆は暗渠の効きが悪い圃場で栽培しているため単収が低い。

③排水・土づくり・施肥対策

暗渠は25年前の圃場整備時に、10mおきに土管と疎水材は碎石により設置した（プラスチック製の暗渠や初殻による施工は持続性が弱いと感じている）。播種前に圃場を数回耕耘して碎土と乾燥化を図り、土壌を畑の状態に近づけて大豆の発芽率向上を図っている。緑大豆を栽培している圃場

は暗渠の効果が小さいので圃場まわりに明渠を設置している。

大豆残渣を秋か春に圃場に鋤込み、春に牛糞堆肥（8頭の牛飼育による自家製堆肥）を1t/10a施用している。元肥として播種前の6月上旬にゴールドコーユ60kg/10aを全層施用している。

④雑草対策

中耕・培土のタイミングに留意し、播種後20日目と35日目を目安に行っているが、天候や他の作業の影響で遅れることも多い。中耕の間にハンマーモアを1回かけられるとさらに効果が高い。主な雑草種はヒエやアメリカセンダングサなどである。

⑤病虫害対策

マメシクイガも紫斑病もほとんど出ないが、開花前に体長1.5cmくらいの頭が赤くて体が黒い虫が葉を食害するが、これもあまり問題にはならない。

Ⅲ－２．中間地における有機大豆作技術

1) 地域の特徴と有機大豆作の問題点

(1) 営農条件からみた地域の特徴

大豆の栽培には日平均気温12℃以上が必要とされるが、中間地帯の生育可能日数は概ね160～200日に当たる広範な地域からなる。また、大豆でよく問題となる害虫相からみれば、暖地型の昆虫と寒地型の昆虫が混在している地域でもある。

対象地域を大まかにみれば、関東中・北部、東山、北陸と、これら地域と栽培可能期間が近似している近畿北部、山陰など冬期間に積雪のある地域も含んでいる。

中間地の大豆作もほとんどが水田転作として行われており、湿害を受けやすいことから、概して単収水準は低い。温度条件からみれば大豆の生育期間がある程度長いから、有機栽培農家にとっては1年2作（「大豆－小麦(大麦)」）または2年3作（「大豆－小麦(大麦)－水稲」）の作付体系を行っている農家が多い。

大豆の有機栽培農家は多くはないが、有機栽培暦の長い生産者は、概して慣行栽培以上の安定した生産を行っている。また、特定需要の開発、加工販売、直売などによる意欲的な販売戦略がとられている。

ただし、圃場の排水条件や土壌の透水性が不良な場合や、播種期または生育初期に梅雨にかかる地域では、発芽・苗立ちが悪く、雑草抑制に失敗することがあり、生産を不安定にする条件がある。また、害虫の発生しやすい場所や有機栽培への転換初期には生産が極めて不安定とされている。

(2) 有機栽培の問題点

有機栽培農家の調査等を通じて明らかになった、有機大豆作実施上の問題点は以下の通りである。

①害虫が多発すると甚大な被害を受ける

中間地では寒地型の害虫と暖地型の害虫が混在しており、年次、地域によっては甚大な被害を受けることがある。害虫の種類や発生時期も異なるが、特に全域にわたって問題視されているのは、カメムシ類（ホソヘリカメムシ、アオクサカメムシ等）とハスモンヨトウである。ほかにも新規の作付地、小規模な作付地、中山間地などではヨトウムシ、ウコンノメイガ、ダイズサヤタマバエ、シロイチモンジマダラメイガなどが問題になる場合もある。また、生育初期から中期にかけてのアブラムシ発生による褐斑病、ダイズモザイク病の発生も指摘されている。

②雑草繁茂が減収と過重労働をもたらす

中間地ではヒメシバ、シロザ、スベリヒユ、ヒユ類などの1年生の夏雑草を中心に多数の雑草の繁茂が問題となる。特に、圃場の排水不良による過湿や過乾燥などで大豆の発芽が不揃いになり、初期生育が悪いと雑草の繁茂力が高まる。また、天候条件や作業の段取りが悪く除草作業のタイミングを失うと、手に負えなくなる場合もある。

③転作大豆は湿害を受けやすい

中間地の大豆作は水田転作大豆が多く、播種前後に梅雨期（6月中旬から7月中旬が多い）が重なると出芽から生育初期にかけ湿害を受ける。特に、重粘土壌の水田では、降雨があると圃場作業ができず、播種前の碎土も困難であり、中耕・培土も畑地のように成果を発揮できない。

また、生育期前半には根粒菌による窒素供給力が大きいから、湿害により土壌中の酸素濃度が低下すると根粒菌の活性が著しく低下し、大豆は発育不良となる。

④不適切な栽培管理が生育・登熟を妨げる

大豆の発芽・苗立ちが悪く初期生育が悪いと、雑草の繁茂を助長し風通しも悪くなり、病虫害を誘発し単収を下げる。また、大豆は窒素要求量の非常に大きい作物であるが、根粒菌の働きもあり、

やせ地でも育つとの間違った認識もあって、土づくりが不十分なやせ地での栽培もみられる。そのような圃場では、大豆の生育が貧弱で雑草の繁茂を許し、着莢不良や小粒化により減収になる。

⑤異常気象で作柄変動が拡大している

最近、温暖化や豪雨等の異常気象により、高温障害、湿害、干ばつによる生産の不安定性が増している。特に、開花期及び成熟期に異常な高温と小雨が続き受粉障害や登熟障害が減収をもたらしている

2) 有機栽培を成功させるポイント

先駆的な有機大豆作農家の事例から、有機栽培を成功させる技術的留意点を示す。

①虫害を受けない工夫をする

このことに関連して、以下のような対策がとられている。

i. 害虫の発生が少ない作付時期を選ぶ

播種期を遅らせて虫害を避ける対応をとっている有機大豆作農家は多い。大豆の栽培可能期間は播種期と成熟期の温度によって決まる。播種の早限は大豆の生育が可能な日平均気温12℃以上の時期を基準とし、終霜期と前作との関係で決まる。また、播種の晩限は初霜期までに黄葉期に達することを条件に日平均温度が12℃を成熟晩限期としている。しかし、播種期が遅くなるほど、大豆の生育量も下がるので注意を要する。

ii. 生態系を改善すると虫害は軽減する

有機栽培を始めた当初は害虫の発生がひどいが、3、4年目以降は被害が減少に転じ、多少被害が出て気にならない程度になるという有機栽培農家が多い。その要因として、適切な有機物の施用や土地利用により、土壤動物や土壤微生物の多様性が増すなど圃場の生態系が変わり、害虫の爆発的な発生が抑制されるようになるとしている。

iii. BT剤の利用などで被害の拡大を抑える

ハスモンヨトウに対しては、有機JAS規格で許容されているBT剤の利用が可能である。ただし、この農薬は高価なため、あまり使用はされていない。

い。

②雑草を抑制する総合的な対策をとる

このことに関連して、以下のような対策がとられている。

i. 雑草の繁茂しにくい時期に播種をする

慣行栽培と同じ播種期では雑草の繁茂力に圧倒されるので、雑草の生育力が落ちる時期に合わせ、遅播きにして対処している。

ii. 播種前に耕種的な雑草の発芽抑制措置をとる

播種後の雑草の発芽抑制を図るため、播種前の耕起整地段階で徹底した雑草除去を行う。雑草の発生密度が高く宿根草が多い圃場では、プラウ耕で地表面の雑草を耕土とともに反転して土中に埋め込み、その後耕耘ロータリーをかけ、数日間干天下で雑草を完全に枯らしてから播種を行う。雑草が目立たない圃場では、ロータリーカルチを浅くかけ播種作業に移る。

iii. 田畑輪換で繁茂した雑草を抑制する

畑の雑草は水田に比べ多様であり、近年外国の飼料穀物に混在して家畜の厩肥を通じて被害をもたらす強害雑草も増加している。また、水田畑利用により大豆作などの畑作を複数年続けると畑地雑草が著しく増加してくる。このような場合には、一度水田に戻す田畑輪換方式をとると、強害雑草をある程度減らすことができる。

iv. 中耕・培土により雑草の発生を抑える

有機大豆作では必ず行われる対策で、雑草や大豆の生育程度により異なるが、中間地では2～3回中耕・培土を行うことが多い。大事なはそのタイミングで、圃場が乾いてから干天下で行い雑草を枯らすことがコツである。

圃場条件や雑草の程度により異なるが、最後の中耕の際には大豆の株元の雑草を埋め込むことと合わせ、水田など排水条件が悪い所では地表排水が円滑になるように、排水溝を兼ねたやや深めの溝ができるように培土を行う。

③圃場の排水条件を整え、土壌の透水性を高める

中間地の有機大豆作では、通常、発芽・苗立

ちが良ければ、30～40日間で茎葉が畝間を覆うので、その間に中耕・培土で雑草の抑制を図れば、ほぼ雑草を封じ込めることができる。しかし、中間地では播種時期から生育初期にかけて梅雨の時期が重なることが多く、転作大豆の播種時及び初期生育の段階で大雨に遭うと、湿害で発芽・苗立ちが極めて悪くなり、雑草繁茂の要因になる。

従って、特に転作田では水田の排水条件に応じて、暗渠排水や弾丸暗渠、額縁明渠や圃場内排水溝の整備が必要であり、地下排水が不良の場合には耕盤破碎や心土破碎も検討する。合わせて広域的な排水条件を整えるためブロックローテーションなど集団的土地利用も検討する。

ただし、これら対策で地表排水や地下排水の条件が整っても、重粘土地帯での発芽・苗立ちの悪さは簡単には解消せず、有機質資材等の施用による土づくりを通じた土壌の透水性の改善が必要になる。

④ 土壌の肥沃度を高め生産を安定させる

大豆は生育初期には根粒菌による窒素固定が大きな役割を担うが、開花期以降は退化し、地力窒素の発現や有機質肥料の施用が収量に大きく影響するので、堆肥等の有機質資材の施用により地力を高めておくことが重要になる。特に、新規に有機大豆作を予定する場合には、3年程前から堆肥や緑肥を利用した土づくりを行うなどの準備が望まれる。

3) 中間地における有機大豆作の留意点

(1) 品種と作付時期の選択

有機栽培を安定して行っていくため、営農条件に合った品種と播種時期を選択する。

①品種の選択

i. 地域の奨励品種の中から選択する

現状では、有機栽培向きの品種が育成されているわけではないので、地域に適するとして県が示している奨励品種の中から選択することが現実的である。これら奨励品種の品種特性情報は各県の栽培技術指導指針の中で示されているので役に立つが、有機栽培農家が近くにいれば、栽培

しやすい品種情報を交換しあって選択をする。奨励品種の中には、準奨励、推奨、特定等の名称を用いて地域性や特定用途向けの品種も含まれている場合もあるので、試作も行いながら適応性を検討する。

大規模な作付けにより広域流通を目指す場合は、近年育成された品種には色々な栽培適性（病虫害抵抗性、温暖化対応性、機械適応性など）を持った品種があるので、奨励品種の情報は役に立つ。

ii. 地域の在来品種から選択する

有機大豆作農家では、在来品種を栽培しているケースも多い。在来品種は、奨励品種に比べ生産力は低く、コンバイン刈り適性は低いとされているが、化学合成された農薬や肥料の出現前から存在した品種であるため、少ない養分でも育ち（少肥性）、病虫害にも強いとも言われている。

また、固有の特性を持っている場合が多く、その特性に価値を認めて選択していることが多い。中間地における在来品種の例としては、栃木在来（栃木県）、八郷在来ふくめ（茨城）、おがわ青山在来（埼玉県）、小糸在来（千葉県）、津久井在来（神奈川県）、さとういらす（新潟県）、ミズクグリ（滋賀県）などがある。

ただし、在来品種は地域適応性が強いので、試作を行いながら慎重に選ぶ必要がある。また、予め販売先のメドを付けてからにしないと、在庫を抱え込むことになるので留意する。

②作付時期の選択

中間地の有機大豆作は、ほとんどが1年2作または2年3作体系の一環として行われているので、その作型の前作の作物の収穫期との関係で作付時期が決められる。

大豆の播種時期は、原則として奨励品種の特性表に示されている時期を選択する。有機栽培の場合でも、県の栽培指針等による慣行栽培と同じ作付時期を選択した方が、播種から開花期（栄養成長期）までに十分な生育が確保でき、開花から登熟までの期間（生殖生長期）が十分とれるので、本来はその方が生産力は高い。従って、

病虫害や雑草害が回避できるのであれば、慣行栽培と同じ時期の播種期が望ましい。

しかし、現実には、有機栽培農家の多くが慣行栽培よりも遅い作付時期を選択している。それには2つの理由がある。

i. 病虫害及び雑草害を回避のための遅播き

慣行栽培より播種時期を遅らせて、意識的に雑草の繁茂期を回避し、害虫の多発時期を過ぎてから開花結実期を迎えるようにしており、多少単収が落ちてでも安定した栽培ができるとしている。

ただし、在来品種でも晩生種の場合には、遅く播種すると収穫期が降霜や降雪により被害を受ける例もあるので、品種特性の見極めが必要である。

ii. 前作との関係での遅播き

中間地の有機大豆作農家は、裏作として小麦を栽培していることが多い。このため、小麦の収穫期との関係で、大豆の播種期を遅くせざるを得ないという事情もある。県の栽培指導指針でも作付体系に応じた播種時期は示されているが、それよりも、さらに意識して遅播きにする狙いは、やはり病虫害及び雑草害の回避である。この場合、播種時期を遅らせれば生育量が確保できず減収につながるの、土づくりや播種量の増加などで対応する必要がある。

(2) 土づくりと施肥管理

①土づくり対策

i. 地力を活かす有機大豆作

大豆は地力収奪力が大きく、窒素の大部分を根粒菌による窒素固定と土壌からの地力窒素に依存するとされ、土づくりが不十分な圃場では単収が低い。大豆の初期生育は緩慢であるが、開花期前後から急速に生長し、養分吸収も開花期から莢伸長期にかけて旺盛となるため、これを賄うために土づくりが重視される。

中間地の有機大豆作農家の多くは、1年2作または2年3作の体系をとっており、大豆播種時に麦類などの茎葉の同時鋤込

みを行うか、機械装備との関係で茎葉を鋤込む時間的余裕がない場合には、圃場から茎葉を持ち出し1年かけて完熟堆肥として、大豆あとの麦作に施用するなどの対応が図られている。

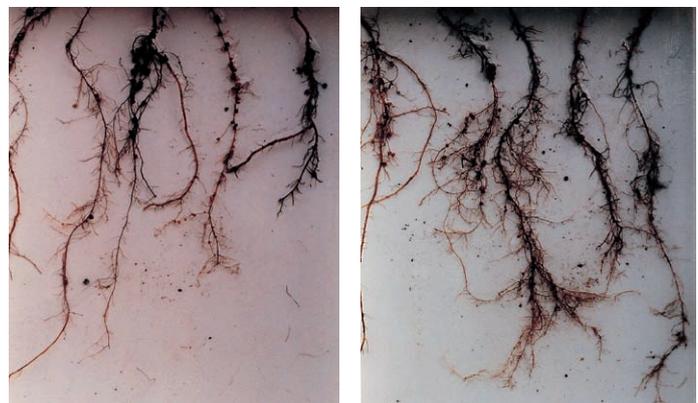
石川県農業試験場（北田ら1988）では、転換畑（灰色低地土）で5年間にわたる「大豆連作」や「大豆－小麦輪作体系」と、有機物の連用などを組み合わせた総合的な研究を行ったが、土づくりに関連して多くの示唆が得られた。その報告では、有機物の連用により、i)大豆の着莢数と百粒重が増加し、増収に結びついた、ii)大豆連作圃場では増収傾向にあった、iii)表層土壌の粗孔隙率が増加し、団粒構造が発達した（写真Ⅲ－7）、iv)根重及び根粒着生数が増加した（写真Ⅲ－8）ことなどを指摘している。

なお、埼玉県下のS氏は、同一普通畑において10年以上「大豆－小麦体系」による連作を継



写真Ⅲ－7 厩肥施用による団粒構造の発達
（北田ら1988）

（左が厩肥区、右側が標準区）



写真Ⅲ－8 厩肥施用による大豆根茎の発達
（北田ら1988）

（左が標準区、右側が厩肥区）

続しているが、堆肥や肥料を施用することなく、それぞれの作物残渣の鋤込みだけで、特殊な気象年を除き200 kg/10a以上の単収をあげている。慣行栽培では連作は3年目以降は大きく減収するとされているが、地力を活かすことが重視される大豆の有機栽培技術については、今後生態的な環境変化と生産力との関係も含めた視点からの解明が必要と言える。

ii. 新規に有機大豆作を開始する際の対応

先駆的な有機大豆作農家によれば、新たに有機大豆作を始める場合や、有機大豆作の規模拡大を図る場合には、3年程度は年間3トン/10a程度の畜糞堆肥を投入して土づくりを行い、その後は作物の茎葉を鋤込んだり、土壌分析結果を参考にして、必要に応じて土壌酸度の矯正（pH6.0～6.5を目標とする）やリン酸分の補給を行ってから開始すると、安定した生産が可能になると指摘している。

②施肥管理

中間地の有機大豆作事例調査農家では、長年にわたる地力づくりを行っているとして、元肥を施用している例はなかった。毎年の各作物の茎葉の鋤込みで土づくりが出来ており、根粒菌の働きや土壌中の地力窒素でじっくり育てた方が、病害虫を寄せつけないという指摘が多かった。また、元肥に窒素を施用すると根粒菌が働かなくなるので、前作に草質の完熟堆肥を施し根粒菌を活性化させているとしている農家もあった。

一方、根粒菌による窒素供給に依存した生育は莢伸長期頃から急速に衰えるため、指導機関の生産指導指針では開花期以降の窒素補給を図る追肥を勧めている。有機栽培農家では、通常追肥は行っていないが、地力が低い圃場、播種前に堆肥や元肥を施さない圃場、連作圃場では開花期の追肥を行うことが望ましい。

早くから大豆等普通作物の有機栽培の指導・啓発に力を入れてきた栃木県農業試験場では、「稲・麦・大豆有機農業経営データ vol. III (2011)」の中で、開花期に発酵肥料を30～40 kg/10a施用するモデル例を掲示（栃木県HP）している（本

サイト (<http://www.pref.tochigi.lg.jp/g59/system/desaki/desaki/nougyoukeicidata.html>) では、稲・麦・大豆の有機農業経営データも公表しており、参考になることが多い。

大豆への追肥効果については、栃木県のT氏の無肥料栽培圃場（普通畑）で試行的に行った追肥調査（品種：在来種「サトウイラズ」、7月11日播種、開花初期（8月9日）の有機質肥料による窒素追肥量7 kg/10a）でも、無追肥区（単収105 kg/10a）に比べ追肥区は147 kgへと4割の増収効果があった。圃場条件毎の施肥量や施肥時期については、研究例がないので今後の検討課題である。

(3) 播種

①播種時期

中間地の有機大豆作では、雑草及び害虫回避の視点から、播種時期を遅らせている事例が多い。例えば、埼玉県平坦部の大豆の慣行栽培の播種期は6月20日前後、成熟期は10月15日前後であるが、この基準で播種すると害虫や雑草の勢いに圧倒され栽培が困難とのことである。

中間地での具体例を次ページ「参考」に示す。

なお、播種期については、一定期間以上遅くなると、播種量を増やして茎数や莢数を確保しようとしても減収になるので、栽培の安定性と収量確保との兼ね合いを考慮し、品種特性や収穫晩限期との関係も含めての判断が必要である。これは、大豆が短日植物であり、1日の日照時間が14時間以下になると花芽形成を始めるとされることと関係している（民間稲作研究所2011、表Ⅲ-4）。

②播種方式

小規模な有機栽培農家ではロータリーカルチで耕しながら、その後ろに2条播き程度の播種機を装着して播種をしており、通常は平畝栽培が行われている。一般的な例では、畝幅は65～70cm、株間は10～25cm、2粒播きで行われている。大規模な作付農家では大型播種機が使われている。

一方、圃場の排水条件が悪く、重粘土壌の圃

【参考：播種期を遅らせている有機大豆作の事例】

(1年2作または2年3作の土地利用が行われている例である)

- 埼玉県中西部地域 田畑輪換地、在来品種「おがわ青山在来」
慣行栽培の奨励品種の播種適期6月中旬に対し、7月上・中旬に播種し、10a当たり収量は260 kg程度（坪刈りベース）を上げている。
- 埼玉県北西部地域 普通畑、奨励品種「タチナガハ」他
慣行栽培の奨励品種の播種適期6月中旬に対し、7月上・中旬に播種し、10a当たり収量は240 kg程度（コンバイン刈りによる実収）を上げている。
- 滋賀県西北部地域 田畑輪換地、在来品種「ミズググリ」
慣行栽培の奨励品種の播種適期6月上・中旬に対し、7月中旬に播種している。ただし、晩生種のため、12月の収穫期に降雪がある年もあり、10a当たり収量は100～120 kg程度と不安定である（今後摘芯栽培による早期収穫を検討中）。

表Ⅲ-4 播種時期と開花成熟までの日数（品種：エンレイ）

	ごく早播き	早播き	遅播き	ごく遅播き
播 種 日	5月15日	6月6日	6月24日	7月15日
開 花 日	7月2日	7月21日	7月26日	8月13日
成 熟 日	9月24日	10月3日	10月13日	10月18日
播種から開花までの日数	47	45	32	28
開花から成熟までの日数	85	73	73	67
播種から成熟までの日数	132	118	105	95

(栃木県農業者懇談会1984)

場では、畝立栽培を行うと生産が安定するとされているが、今のところ普及率は低い。

③播種密度

一般に、栽植密度が同じであれば、畝幅が狭い方が増収し、茎葉が畝間を早く覆うので雑草が少なくなる。中耕・培土の管理作業により畝幅は決まるので、播種量は株間で調節する。

10a当り11000～15000株の播種量を基本として、麦跡で遅まきになる場合はこれよりも密播する必要がある。

一般に、播種深度は3、4cmとするが、覆土が深いと発芽率が低下し初期生育が抑えられる。土壤水分が十分あれば覆土は浅く、乾燥していれば深くしたり鎮圧を行う。

10a当り播種量は県の栽培指針を基準にして考えるとよいが、在来種の場合には開張性が高い品

種が多いことからやや減じ、小麦など前作の関係で播種時期が遅れるに従い播種量を増やす必要がある。各県の慣行栽培の指針でも、地帯別や播種期別の基準となる播種量が示されているので参考にするといよい。

(4) 雑草防除対策

高単収を上げている有機栽培農家の最大の要因は、雑草防除に成功していることである。それら農家に共通している対策は、以下の通りである。

①排水条件を改善し発芽・苗立ちを良くしている

転作田での有機栽培農家の一致した雑草対策の基本は、発芽・苗立ちを良くすることである。これは、大豆の生育が揃っていれば、発芽後30～40日間程の間は中耕・培土によって雑草を抑制することにより、やがて茎葉の生長による被陰力に



写真Ⅲ－9 同一耕種条件下でも雑草制御の違いで大豆の生育に大差が出る（2011年8月）

より雑草は成長力を失うからである。

大豆の発芽・苗立ち不良は、転作田の場合には湿害によることが多い。そのため、まずは圃場の排水条件を整えることから始める。平坦な水田地帯では地下水位が高く個別の圃場のみの対策では思うようにいかないことが多いが、埼玉県小川町S集落では地域ぐるみのブロックローテーションにより、有機大豆作の集団転作を行い排水条件を改善し、また、畑雑草の少ない状態でスタートして成果を上げている。

②適切な中耕・培土により雑草を抑制する

中耕・培土は土壌の通気性を高め、発根を促して生育を促進し、また、降雨や台風等に備え圃場の排水性を高め、倒伏も防止するという、いくつもの目的を持っている。しかし、有機栽培にとっての中耕・培土の最大の目的は雑草防除にある。通常は圃場が乾燥している時をねらい、開花する

前までに2回程度ロータリーカルチを使った中耕を行う。

特に、最初の中耕時期のタイミングが重要で、雑草が発芽してから3cm程度の時期に、地表面を浅く耕して、乾燥した圃場面で雑草を枯らすことが大事である。中耕直後に降雨があれば雑草は再び根付くので、天候条件にも留意する。

写真Ⅲ－9は集落全体の水田畑利用を、ブロックローテーション方式による田畑輪換によって、毎年計画的に作付場所を変え、水田雑草と畑雑草もコントロールしている集団的土地利用地区の例である。有機大豆を使用する食品企業との契約で、品種も統一されており、耕種基準もほぼ同一であるが、雑草の繁茂状況は農家毎に大きく異なっている。品種も耕作法もほぼ同じような条件でも、抑草作業の良否とタイミングで収量にも大差が出ている。



写真Ⅲ－10 雑草が繁茂した転作有機大豆作付地（2011年8月）

中耕・培土の仕上げでは、培土による畝立てを意識して行う。株間の雑草を土で覆うとともに、転作水田では培土を通じて地表排水を円滑にするねらいがある。ただし、コンバイン収穫を行う場合には、畝の高さは20cm（重粘土壤でもない限り、刈取り時には15cm位になる。在来種では着莢位置が低いので、コンバイン収穫の場合にはさらに5cm程度低い方がよい）程度に留めておく方がよい。

③手取り除草を実施する

中耕・培土を行う場合でも、株周りの雑草は完全に除去できないので、有機栽培で高単収を上げている農家は、程度の差はあるが人手による除草を行っている。近年、海外から輸入された飼料穀物に混入して家畜堆肥から広まっている強害雑草（アメリカセンダングサ、アサガオ類など）が問題視されているが、コンバイン収穫での汚粒防止対策としても人力での除去は必要である。なお、転作田ではヒエも含めて雑草が繁茂することもあるので注意する（写真Ⅲ－10）。

(5) 灌水

土壌条件や地下水位にもよるが、関東では開花期以降に長期間降雨がないことが多くなっている。干ばつにより、葉が萎れ、落花・落莢が多くなり、着粒数の減少と小粒化によって大きく減収する。2010年に埼玉県下では干ばつ等により半作以下の所が多かった。大豆は生育中期以降に水分の要求量が急速に増す。特に、生育が旺盛な開花後は水稻より多くの水分を必要とされている。そこで、転作田で水田用水の利用が可能であれば、開花期から結莢期の干ばつ時には畝間灌漑を行う。

灌水開始期の目安は、開花期以降に晴天が1週間以上続き、土が白く乾き、日中葉が萎れ反転するようになった時期である。ただし、中途半端

な灌水は、かえって植物体自身の吸水能力を妨げ、灌水量が少ないと植物の生育力を低下させるので、一旦灌水を始めたなら干ばつが終わるまで継続する必要がある。

一般に、有機栽培農家では、土づくりにより土壌の保水性、団粒性を高める努力をしている場合が多く、根が深く入っている傾向があり、干ばつ耐性は高いとされている。

(6) 病害虫対策

雑草が繁茂すると紫斑病の発生が多くなり、カメムシやマメシクイガなどの被害も増加する。

しかし、有機大豆作農家からは、害虫も病気も発生はするが、有益昆虫や動物が増えるなど、圃場生態系の変化でその被害はあまり気にならない程度との指摘が多かった。

埼玉県神川町のS農家は、10年以上連続して同一の畑で「大豆－小麦」体系の作付けを行い240 kg/10a前後の単収を上げている。有機栽培開始当初は甚大な虫害を受けていたが、3、4年目からは問題がなくなったとしている。また、有機栽培圃場の隣接地で新規に有機大豆作を行っても、その圃場だけは、当初虫害がひどいとしており、そのメカニズムについては今後の研究課題と言える。

一方、小規模な作付地、周辺に野菜産地や山林原野が点在しているような地域では、ハスモンヨトウやカメムシが猛威をふるう地域もある。ハスモンヨトウに対しては有機JAS規格で許容されているBT剤を利用している例もあるが、価格が高いことや周辺農家から農薬を散布していると思われることを嫌い、使用例は少ない。

小規模な大豆作付地では、一旦害虫が大発生すると壊滅的な被害を被るが、ハスモンヨトウ被害が激発する地帯で、やむをえず防虫ネットを利用して被害を回避している例がある（写真Ⅲ－11）。

【参考：防虫ネットを使用した有機大豆作】（つくば市の普通畑での実施例：2011年）

- ・品種は在来種で味の良い「小糸在来」（30a）」と「青御前」（10a）を対象にしている。
- ・作業手順は以下の通りである。

① 圃場条件の整備等

- ・休閑が長かった畑には堆肥（ボカシ）を施用（1t/10a）し、ロータリーで耕起して整地する。
- ・肥料は無施肥とする（ただし、pHが高い場合には2～3カ月前にランカルを施用し攪拌する）。

② 平畝状態で播種をする。畝幅75cm、株間35cm、2～3粒播（1条用播種機利用）。

〔2011年の播種日は、「小糸在来」が7月18日、「青御前」が7月23日〕

③ キジ鳩による被害防止のため、播種と同時に防虫ネット（網目1mm）をベタ掛けする。

④ 草丈が5～10cmになったらベタ掛け資材を撤去する。

⑤ 除草のため中耕を行う（多少の培土効果も狙う）。

⑥ 開花直前に2回目の中耕（培土）を行うとともに、株元の手取り除草を行う。

⑦ 支柱を立て防虫ネットを掛ける。

〔2011年の防虫ネット張り期間は、「小糸在来」が8月23日～10月27日、「青御前」が8月30日～10月11日まで〕

⑧ 除草を兼ねて畝間（ネットとネットの間）の中耕を行う。

⑨ 枝豆の収穫期過ぎ頃（10月中旬）にネットを撤去する。

⑩ 葉が黄化し、莢が褐変したら、根を付けたまま引き抜き2～3株を束ね、トンネル用の支柱を利用してオダ（はざ）かけを行う。

〔2011年の収穫終了時期は、「小糸在来」が11月13日、「青御前」が11月12日〕

※単収は例年150kg/10a程度

⑪ オダ掛け後約2週間後に動力脱穀機で脱穀し、唐み選を行う。

⑫ ハウスで1週間から10日間乾燥後に保存する。



写真Ⅲ－11 有機大豆のネット栽培（ネット張り（左）、ネット張り完了時（中）、ネット掛けの支柱を利用したオダ（はざ）掛けの様子（右））（提供：山本 稔氏）

4) 事例紹介

(1) 在来種で高単収を上げる有機大豆作

— 成果を上げる田畑輪換と万全な雑草管理 —
（埼玉県小川町K氏、有機栽培歴40年）

① 経営概要

「第2部有機稲作の類型別技術」 「3. 中間地に

おける有機稲作技術」4) の(1)と共通につき参照されたい。

② 大豆作の概要

大豆の品種は2000年から地域ぐるみで「おがわ青山在来」（晩生種）を栽培している。この品種の固定度は低く、開帳性が強く、着莢位置が低くて（調査例では、同町産「エンレイ」の最下

位分枝位置までの高さ9.2cmに対し、5.7cm)、脱粒性もあり、コンバイン収穫適性は低い、甘みが強く(調査例では、同町産「エンレイ」の糖度8.3%に対し、12.5度)豆腐等の加工に適し、少肥性であることも有機農業向きである。

大豆の播種は、慣行栽培品種の6月中旬播きに対し、7月上～中旬の遅播きとし、雑草や病害虫を回避している。播種密度は畝間80cm、株間27cmに2粒播きで(播種量は4kg/10a)、播種深度は3cmを基準としている。

大豆の収穫期は、慣行栽培より1カ月以上遅い11月下旬～12月上旬である。単収は坪刈り収量では2年連続260kg/10aを超えているが、脱粒性が高い品種のため、コンバイン刈りロスが多く実収高では200kg/10a程度となる。落下大豆は後作水稻の肥料となるほか、雑草抑制にも役立っているとみている。

大豆の販売価格は500円/kgである(加工企業側は有機栽培への取組段階により順次引き上げる方式としており、最初は300円/kgが出发点としている)。

③排水・土づくり・施肥対策

地域の水田は褐色低地土であり、水田の日減水深は30mm/日程度で排水は良い。また、集落全体でブロックローテーション方式で、毎年大豆作付地を変更しており(2年水稻－1年大豆の田畑輪換)、地域排水が良くなる上に、前作が2年稲作のため畑雑草が減少するという効果もある。

安定多収は土づくりが基本であるが、長年にわたる2年3作の土地利用と、前作の小麦には土壌微生物の働きを活性化させるため、1年間発酵させた枝葉チップ堆肥を施用しており、大豆には元肥も追肥も施用しないが安定した収量を上げている。また、前作の小麦の株の状況で地力を判断し、地力が高い圃場からは麦わらも持ち出している。それでも慣行栽培の大豆単収をはるかに上回っており、土づくりが根粒菌や土壌微生物、菌根菌の働きに良い影響を与えているとみている。

④雑草対策

田畑輪換により畑雑草が少ないことに加え、播



写真Ⅲ－12 雑草がよく制御されている(8月)

種前のていねいな耕耘・碎土により雑草の発芽抑制が図られ、大豆の発芽・苗立ちをよくしている。特に留意していることは、大豆の播種前にはロータリー耕耘を行い、その後ドライブハローをかけ、さらにロータリー掛けを行いつつ播種をしており、この3回にわたる耕耘・碎土で発芽・苗立ちを良好にしている。

また、本葉が2～3枚出た頃(7月中旬)にカルチベーターで中耕し、草丈が20～30cm頃に2回目の中耕を根への酸素供給を兼ねて行い(8月下旬)、株周りの雑草を人力でタイミングよく除去することにより、大豆の枝葉が旺盛になり、その後の雑草の発生を抑えている。

⑤病害虫対策

遅植えで病害虫が少ない時期に栽培している。カメムシは若干出るが、大減収にはならない。マメハンミョウは大発生したことはあるが、集落全体への有機農業の広がりから地域の生物多様性が高まり、害虫は出てはいるが被害は少ないという状況である。また、ヨトウムシには緑きょう病、ノゼマ病や核多角体ウイルスが感染して抑制されるほか、種々の蛙が働いて被害を防いでいる。

(2) 長期連作による有機大豆・小麦作 －遅播きと雑草制御で安定多収生産－ (埼玉県神川町S氏、有機栽培暦17年)

①経営概況

埼玉県秩父に近い群馬県につらなる山麓部に

位置し、標高は150m前後で、日当たりはよい。経営耕地は畑500a（うち借地440a）、水田4aで、主要な労働力は1名、野菜の収穫期にパートを雇用している。

作付作物は大豆が350a（うち有機JAS対象200a）で、小麦（200a）、タマネギ（40a）、ジャガイモ（30a）、ネギ（10a）、サトイモ（10a）は、全て有機JAS認証を受けている。大豆、小麦は全量を味噌、醤油、豆腐向け原料として、地域のこだわり食品企業Y社に出荷し、野菜の半分は直売店向け、半分は宅配向けとしている。

有機栽培は1995年に近くのY社側から原料用有機大豆の生産を要請されたことから、仲間10人と一緒に栽培を始めた。しかし、当初害虫と雑草がひどく3年位で皆栽培をやめた。その時、Y社社長から自然農法実践者を紹介され、技術を学んだ。

加工品向け価格の60kg当たり価格は、生産費を考慮し、大豆は交付金等の1.5万円＋有機加算額8千円（1等級の場合）、小麦は1万円＋有機加算金9千円（2等級の場合）となっている。

②大豆の栽培概要

品種は大豆交付金を受けるため、奨励品種から栽培しやすい品種を選択している。2011年は「タチナガハ」と「エンレイ」を栽培した。品種数はコンバインタンク掃除、乾燥調製での異品種混入防止の観点から（JAによる大豆交付金検査を円滑にするため）、数を絞っている。「タチナガハ」（播種7月6日）は、脱粒性が低く着莢位置が高いので、コンバイン収穫向きである。「エンレイ」（播種期は都合で遅れ7月20日）は、着莢位置が低く脱粒性があり、コンバイン収穫には適さないが、成分的に豆腐向きである。

品種変更による連作対応も考え、栽培適性を見るため、時折色々な品種を栽培する。在来種の「借金なし」は、作りやすく単収は3割ほど多いが、味噌にした際に豆の筋が残るため、加工企業からは嫌われる。種子は毎年1/4はJAから、残りは自家採種である。

大豆は小麦、ジャガイモ、タマネギの後に作付

ける。「大豆－小麦」の連作は10年以上続けている圃場が多いが、作柄は安定している。

播種期は、慣行栽培では6月上旬播きであるが、草丈ばかり伸びて青立ちし、収量は上がらない。そこで通常、小麦を6月15～20日頃までに収穫したあと、6月30日頃までにロータリーで耕起し、大豆の播種は7月10日前後にしている。播種はロータリー耕後、乗用2条型播種機（ロータリーの後に装着）で、畝幅70cm、株間10cm前後（播種間隔は5cm刻みでセット）で、1～2粒ずつ播種している。播種の深さは、乾燥気味の時は5cm位に、降雨直後は浅くしている。

大豆の単収は年次、圃場間差はあるが100～300kg/10a（平均的には240kg/10a）である。2010年産は高温障害で鞘落ちし、100kg/10a程であったが、2011年産は180kg/10aであった。

コンバイン収穫は、汚染粒が出ないように、大豆がパチパチはじけるくらいまで置いてから行う。落下ロスが多いが、後作小麦の良い肥料になると聞き、気にしなくなった。現実に新規畑で大豆を栽培しても穫れないが、大豆跡小麦や、その後大豆を栽培した圃場では、非作付圃場に比べ2、3割増収になる。2011年の収穫は11月15日～20日で、直後に小麦を播種した。

③排水・土づくり・施肥管理対策

緩傾斜畑のため排水条件はよい。土壌は石まじりの砂壤土の所から、重粘土の所まで場所により様々である。作土深は20cm程である。

10年以上「大豆－小麦」の連作を続け、堆肥は施用していないが、大豆、小麦の茎葉はすべて圃場に還元し、ロータリー耕で鋤込んでいる。野菜にはおからや屑大豆を施しているため、そのあとの大豆の単収は小麦後のものより多い。

④雑草対策

播種時期を6月下旬播種から7月上・中旬に変えてから雑草の発生が大幅に減った。また、かなりの密植栽培（10a当たり播種量は6kg）であるが、この方が草丈も伸び、日陰が早くから出来るため株元からの雑草が減っていい（写真Ⅲ－13）。除草対策としては、発芽揃いを良くした上で、ロータリー



写真Ⅲ-13 茎葉の繁茂で株間に光が届かず、雑草も目立たない（2011年8月）

カルチ（1条タイプ）で中耕を2回行っている。1回目は中耕のみであるが、2回目の中耕は培土も兼ねて行う。

さらに、3年に1回は播種前にプラウ耕を行ったあと、ロータリーがけを行うが、雑草が多い時にも行う（以前は1年に1回耕起をしていたが、雑草が減ってきたので回数を減じている）。プラウ耕は雑草を深い位置に埋められるし、雑草の発芽がゆっくりになる。この作業は、秋の大豆収穫と小麦播種の間が短いので、余裕が持てる麦刈後に行うことが多い。

⑤病害虫対策等

有機栽培を開始後の3年間は、連作で収量が大幅に落ち、かなり害虫が出た。連作により3年間我慢し収量が落ちても除草対策をやっていれば、4年目くらいから虫が出なくなり、収量も回復してくる。新規の圃場で大豆を栽培すると害虫が発生して、青立ちするが、2年目からは減り、長く続けていると害虫はほとんど出ない。すぐ隣で有機栽培を始めると、その圃場だけは害虫が大発生するが、3年位であまり出なくなる。葉は多少害虫に喰われても収量が減るわけではなく問題はない。

有機大豆作開始当初は雑草害だけでなく、播種が早すぎたため鳩害がひどかった。しかし、鳩害は大豆の遅植えて大幅に減った。小麦の収穫が始まると、鳩はそちらの方にも行くし、地域の有機大豆作面積が5haと増加したため、鳩害は分散され全く問題がなくなった

(3) 条件不利地域での大規模有機大豆作 —重粘土壌の排水不良対策に注力—

（石川県金沢市I氏、有機栽培歴14年）

①経営概要

石川県河北潟干拓地の低平坦な重粘土壌の排水不良地の悪条件を克服し、気候条件的には限界地である「大豆—麦類」の作付体系を実現している。I氏は、有機農産物を加工販売するK株式会社と、耕作放棄地を開発するO農業生産法人を連携した形で複合的に経営し、農商工連携型経営を展開している。

1997年に脱サラして家業の農業に就農し、当初から有機農業を志向して耕作放棄地を主体に経営規模を拡大し、個別経営体の経営耕地は水田が約30ha、畑が約150haで、全耕地の8割は借地である。平成22年の作物は大豆150ha、大麦88ha、小麦77ha、水稻35ha他で、特別栽培米20ha分を除き全て有機JAS認定を取得している。

河北潟干拓地の大豆、麦類は転作物扱いとはならず収益面では厳しいため、生産物の8割はI氏経営の自社加工製品（商品アイテム数は110）向けの原料とし、残りは有機農産物を求める企業、消費者に生産コストに見合う価格（大豆の場合400円/kg程度）で頒布している。

②大豆の栽培概要

大豆は河北潟干拓地の約150haで長期間連作し、品種は後作の麦類の作付けと加工適性を考慮し早生種で高タンパクの「あやこがね」を栽培している。

大豆の播種は前作が大麦（88ha、播種10月5



写真Ⅲ-14 大豆専用コンバインによる収穫作業

日～12月5日、収穫6月10日～7月上旬)跡の圃場では6月15日から7月上旬に、小麦(播種11月上旬～12月10日、収穫6月中旬～7月上旬)跡の圃場では6月中旬から7月中旬に行う。

播種の基準は畝幅70cm、株間3～4cm、播種深度は2～3cmである。播種期が遅いほど厚播きにし播種量は8～12kg/10a程度である。

大豆の収穫期は10月5日頃から11月20日頃にかけて行い、刈取りが終わった圃場から順次麦類の播種を行う。大豆の作付規模が大きいため栽培適期を外れる圃場が多く、降雨で雑草抑制のための中耕培土が適期に行えないことから、平均単収は90kg/10a程度である。極端な重粘土壌のため、播種後に豪雨に遭うと土膜(クラスト)ができて発芽が極端に悪く、また、降雨との関係で除草のタイミングを外せば収穫皆無の圃場がある一方で、気象に恵まれ発芽及び雑草抑制がうまくいけば300kg/10a程の圃場もある。

③排水・土づくり・施肥対策

米の生産調整に伴い干拓地では畑作物しか作



写真Ⅲ-16 初期の中耕による雑草防除
(左側が実施済み)



写真Ⅲ-15 大豆の播種

(提供：井村辰二郎氏、以下同じ)

上段は大豆の播種状況、左下はクラフトにより大豆の発芽が阻止されている様子、右下は正常な発芽の状態

付できない中で、長年にわたり大豆-麦類の1年2作体系を継続してきた。重粘土壌の物理性改善(腐植増加による団粒化促進や保肥力増大)のため、親の代から30年間有機質資材の投入を継続してきた。

15年前に就農し有機栽培を始めた当初(経営規模30ha)は、大豆の元肥として牛糞堆肥や魚粉を施用していたが、近年地力が高まり、規模拡大による資材確保、労働競合等から大豆への元肥は止めた。前作の麦類へは播種前に自家製発酵籾殻鶏糞堆肥(成分は窒素2%、リン酸6%、加里4%)を施用している。

④雑草対策

重粘土壌のため雑草抑制が最大の課題である。



写真Ⅲ-17 降雨により中耕作業が遅れると雑草制御が難しい

強害雑草は以前からのアメリカセンダングサ、悪ナスビ、ケイトウに加え、最近では雑草の種類が変化しつつあり、3,4年前から深い位置から発生する「おなもみ」「いちび」が増加している。作付規模が大きく播種優先のため雑草の抑制は十分ではない。

雑草対策として過去に不耕紀栽培、マルチシーディング方式（ヨーロッパで実施されている麦わらの畝間への撒布によるマルチ）、麦立毛間播種方式、狭畝密植栽培方式を試行してきたがうまく行かなかった。現時点での方法は、まず播種前に3回ほど浅いロータリー耕起を行い、表土にある雑草の発芽を促した後、これを徹底的に排除して無くし、大豆の発芽時の雑草の発芽を無くすように努めている。

大豆播種後はロータリーカルチによる中耕培土を原則として5回行う。播種後約4日で大豆は発芽するが、2葉目が少し出た頃（発芽後10～14日後）に1回目の中耕を行い、以後開花期までに2回と、開花期以降の中耕・培土は大豆にダメージを与え花落ちすることもある。河北潟の重粘土は地下水位が高く保水性が高く夏の乾燥期には硬いゴロゴロの土塊となり十分な培土がでない。このため、5回目の培土でも土が株元までかかりにくく、完全な雑草抑制は出来ない（砕土が細かく出来る開発地の畑では3回の中耕培土で完全な除草が可能）。なお、重粘土の砕土率を上げるため播種前の耕耘は、プラウ耕⇒ディスクハロー耕⇒ロータリー耕を組み合わせている。収穫時に障害になる雑草は直前に手で取っている。

⑤病害虫対策

発生害虫はマメシンクイガ、ヒメコガネ、ホソヘリカメムシ、ハマキムシである。しかし、今まで団地的なまとまりで30年間大豆の連作を続けており、天敵も含め虫のバランスがとれる圃場生態系になっているせいか、害虫が発生しても問題にならない。“ただの虫”も含めて、一人勝ちさせないバランスが大事だと考えている。

病気では紫斑病が登熟期の降雨と関係で散見

されるが、極く少なく選別もしないし、業者も問題にしない。

(4) 在来種で有機大豆のブランド化推進

－重粘土の排水対策に注力－

（滋賀県高島市U氏、有機栽培歴12年）

①経営概要

滋賀県琵琶湖西岸部の安曇川の沖積土からなる肥沃な地帯であるが、重粘土のため排水条件は良くない。

経営耕地は拡大傾向にあり、現在水田1630a、畑30a、合計1750a（うち借地1630a）である。ほかに作業の全面受託や作業受託をしている。現在の作付面積は水稲が1630a（飼料稲250aを含む）、大豆が120a、カボチャ20a、アドベリー30a等である。有機JASによる栽培は水稲が600a、大豆が120a、他は特別栽培が多い。

労働力は従業員4名のほか、パート1名（加工業務に週5日で1日2～3時間勤務）である。

大豆の販売は仲間の有機農業グループと共に、卸への販売が3割、自家加工用向けが7割である。値段は相対で決めている。自家加工用の多くは販売向け（7割が味噌製造：JAの機械を借用して製造）、3割は納豆用（納豆業者委託）で、自社ブランド品として販売している。大豆及び加工品の販売先は直売のほか、卸やネット販売によっている。

②大豆の栽培概要

大豆は連作すると収量が低下するので（2年が限度）、排水条件の良い圃場を選び田畑輪換で行っている。品種は以前、奨励品種の「タマホマレ」、「オオツル」、「エンレイ」も手がけたが、遅播きでは収穫期が遅いのでやめた。現在は在来種の「ミズクグリ」（扁平の青豆系統種）であり、味噌、醤油、豆腐、納豆向けの味の良い品種である。種子は自家採種で大粒の種子を使っている。

慣行栽培の奨励品種は6月上中旬播きであるが、同時期に播種するとつるぼけしやすいので、7月10日～15日播種としている。畝幅は70cm、株間は20～25cm、深さは2～3cm、1粒播きで、

播種量4kg/10aである。しかし、時雨や降雪が早くくる地域のため、収穫期が12月中旬になることが問題である。そこで、収穫時期を12月上旬まで早めるため、播種期を1カ月早め、本葉8葉で摘心をして草丈を抑え収穫期を早める摘芯栽培を検討している。摘芯栽培は、他の品種で仲間が実施しており増収効果も見込める。

単収は湿害による年次変動があり100～120kg/10aである。大豆作付120aのうち有機JAS認定対象は60aで、4年前に認証を受けた。

③排水・土づくり・施肥対策

圃場は水はけが良く地力の高い圃場を選んでいる。「ミズググリ」は肥沃な土壌では草丈が1mを超え、つるぼけし、倒伏しやすいので、水稻後跡の作付では元肥、追肥は無しで栽培している。地域の水田は重粘土壌であり湿田のため暗渠は施行されているが、大豆作には排水が一番大事なので、水はけのよい川の増水で圃場が浸かりにくい上流の場所を選ぶとともに、30aの圃場内にタテに2本の深い排水明渠を掘っている。

④雑草対策

播種前に耕起し雑草を完全に押さえ込むように留意している。播種後20日頃に第1回目の中耕を行う。その後培土を行うが、培土を2回行う時は1回目の実施後7～10日後に行う。問題は天候で、梅雨が長引くと雑草が繁茂し手取り作業が大変になる。中耕・培土は小型テレーラーで行っている。有機農業にとって雑草制御は大きな問題であるが、雑草より大豆の生長を早く大きくすれば問題はない。

⑤病害虫対策

紫斑病がかなり発生するが降雨との関係が深いので、排水対策に留意している。しかし、加工向けが多いため実際にはあまり問題にならない。カメムシなども発生するが、水田地帯での作付けであり、カエル、クモなどの天敵も増加しており、生態系のバランスがとれているのかあまり問題はない。カメムシ対策として、畦畔の草刈りを定期的に行っている。

Ⅲ－３．温暖地における有機大豆作技術

1) 地域の特徴と有機大豆作の問題点

(1) 営農条件からみた地域の特徴

温暖地に属する地域は、関東南部、東海、近畿南部、中国、四国、九州に至る広範な地域である。気候的には同一作型であるが、当地域の大豆作の特徴は2つに分けられる。東海、九州では水田転作を利用した大規模作付け農家の割合が高く、それ以外の地域では小規模作付け農家の割合が高い。

品質面では、福岡県、佐賀県の1等比率が他県に比べ著しく高く、大豆栽培を丁寧に行っていることがうかがえる。

栽培品種は、フクユタカが約70%のシェア持ち、同一品種への集中がみられるが、兵庫県、岡山県、京都府では丹波黒（6%）が栽培されるなど、多少の地域性がある。

本類型では温暖地の中でも割合の高い、水田転作を利用して経済栽培が行われている有機大豆作の技術や留意事項を中心にして解説する。

(2) 有機栽培の問題点

有機栽培農家調査等を通じて明らかになった、有機大豆作実施上の問題点は以下の通りである。

①雑草の繁茂による減収と品質低下が起きる

有機大豆作の最も大きな問題であり、1つは、雑草によって大豆の生育が抑えられ減収する側面と、雑草（特に繁茂力の大きい帰化アサガオ）が収穫時のコンバインに絡まり作業性が落ちるとともに、汚染粒等品質低下に繋がる側面の2つがある。このことにより、炎天下での多大な雑草防除の労働を強いられ、収益性を低下させている。

②排水不良による湿害で発芽苗立ちが悪い

播種時期が梅雨の頃に当たる大豆栽培では、発芽揃いが悪く、その後の生育に大きな影響を与える。特に、転作大豆では排水が問題となる。排水の悪い圃場に播種された大豆は酸欠状態にな

り、発芽揃いが著しく低下するが、その後の栽培管理が遅れたり、雑草の繁茂をもたらし、減収に繋がる。

③一旦害虫が発生すると甚大な被害を受ける

温暖地では害虫の種類及び量ともに多く、一旦発生が拡大すると生育及び単収に甚大な影響を及ぼす。特に、大きな問題となる害虫は、カメムシ類と蝶蛾類であるが、発生してからでは適切な防除対策があまり無いという問題がある。

2) 有機栽培を成功させるポイント

先駆的な有機大豆作農家の事例から、有機栽培を成功させる技術的留意点を示す。

(1) 雑草防除対策を徹底する

①適期に中耕・培土を行う

雑草により大豆の生育が抑えられないようにすることがポイントで、そのためには、初期の除草が最も重要である。初期の除草は多くの場合、中耕・培土と同時に行為、管理機に培土板を使用して行われる。

中耕・培土の効果を上げるには、雑草が出芽し始めた時に行うのがよく、それまでに大豆が出揃っている必要がある。そのため、発芽揃いをよくすることが有機栽培を行う上で最も重要である。

中耕・培土は通常2～3回行っている。最初の2回は畝間の中耕除草のみを行うが、3回目には大豆の株元への培土により株元の雑草を被覆する。近年、西南暖地を中心に豪雨の頻度が高くなっているが、これらにより適期作業が出来ないと雑草の繁茂を招き、手取り除草を余儀なくされるか、大幅な減収となるので、天候条件に留意し作業時期を失しないようにする。

②強害雑草には手取りで対処する

収穫時にかけて繁茂する帰化アサガオが問題になっている。中耕除草による防除も効果があまりなく、効果的な防除策がない。発生した帰化アサ

ガオは急速に増えるので、発生を見つけた場合は直ちに抜き取り、圃場内で増やさないようにすることが大切である。

(2) 発芽苗立ちを良くする

発芽揃いが良ければ雑草対策が機械除草のみで容易に行え、生育が揃うとあとの管理作業も容易になる。発芽不良の要因は干害か湿害である。干害の場合は灌水をすることで回避できるが、播種時期が梅雨と重なることが多いので、多くの場合問題となるのは湿害の方である。

①播種のタイミングをはかる

湿害対策としては、その程度に応じて、営農対応で可能な高畝栽培や圃場内での明渠の掘削などもあるが、最も大事なことは播種のタイミングをはかることである。降雨時期や土壌の湿り具合を判断しながら、発芽までの期間に大雨で種子を腐らせないことが重要である。

②播種後、圃場周辺に排水路を設ける

発芽時のみでなく、その後の生育にも土壌湿度が高いことはマイナスになるので、過湿になりやすい圃場では排水対策を確実に行う必要がある。また、西南暖地では豪雨があることは常識であり、特に圃場が平坦な水田転作大豆では、播種後に圃場周辺に排水溝を設置することは不可欠であり、透排水性の悪い土壌の場合には圃場内にも数条おきに明渠を設け、排水条件を整えておく必要がある。

(3) 耕種的な方法で害虫抑制対策をとる

有機栽培の転換初期においては、年にもよるが突発的に害虫が多発することがある一方、水田地帯など地域によってはあまり問題がないという有機栽培者も多い。先駆的な有機栽培農家の情報によれば、特に問題となるカメムシ類と蝶蛾類に対しては、以下のような対応を行って対処している。

①カメムシ類への対応

i. 遅播きの実施

秋大豆では早播きするほど被害が大きく、遅まきで少なくなる傾向がある。ただし、収量は早播き

するほど多く、遅まきで少なくなる傾向があるので、両者のバランスが取れるところで播種を行う。なお、温暖地では多少遅播きにしても生育量が確保できるので、遅播きほど播種量を増やして減収になるのを防止している。

ii. 畦草刈りの実施

圃場周辺の畦草を開花期までに刈り取り、開花期から子実肥大期にかけては草を刈らずに残し、カメムシ類の住処を確保するようにする。

②蝶蛾類（ハスモンヨトウ、シロイチモジマダラメイガ、マメシンクイガ等）への対応

ハスモンヨトウ、シロイチモジマダラメイガ、マメシンクイガ等の蝶蛾類は、しばしば猛威を振ることがある。これらに対しては、有機JAS許容農薬であるBT剤の使用で防除する方法がある。ただし、2012年1月現在、大豆に対する適用害虫はハスモンヨトウのみであるので使用に当たっては注意が必要である。

ハスモンヨトウに対しては、初発時に食害葉を摘葉して被害を抑える方法も行われている。

3) 温暖地における有機栽培大豆作の留意点

(1) 品種と作付時期の選択

①品種の選択

大規模な大豆栽培農家では、実需者向けへの販路確保の面から、県の奨励品種の中から「フクユタカ」等を栽培している例が多い。このような農家では、自家採種を行っている農家は少なく、JA等で種子を購入している。

一方、販路を確保した上で在来種を栽培している例や自家育成種を栽培している例もあり、自家採種で種子を確保している。

②作付時期の選択

温暖地での有機大豆作は、「大豆－麦類」という1年2作型の体系が多く、高標高地でも2年3作の体系が多い。前作の小麦の収穫時期が5月下旬から6月上旬になることが多い関係で、慣行栽培の播種期は近畿及び中国地域が6月中下旬、四国・九州地域が7月上旬になることが多い。

大豆の作付時期の選択に当たっては、早播きすると播種から莢が付くまでの期間に育ち過ぎる“蔓化現象”で開花・結実が著しく劣ることがあるので注意する。土壌養分と生育期の温度によって生育スピードは異なるが、温暖地では蔓化を避けるため、7月上旬～7月中旬にかけて播種し、11月末頃収穫する秋大豆型品種が適している。

また、有機栽培農家は、病害虫を回避するため慣行栽培の播種時期よりも遅播きにした方が、雑草害や虫害の抑制に繋がるとしている場合が多く、7月中旬以降に播種する例が多い。

(2) 土づくりと施肥管理

①土づくり対策

温暖地では地力窒素の発現量が多いので、地力が消耗しないように堆肥等の有機物を随時還元していく必要がある。有機物の施用量は、圃場の地力の程度にもよるが、概ね1t～3t/10aを投入する。大豆は石灰の吸収量が多いので、堆肥投入に合わせて石灰資材を施用する。施用量は土壌診断に基づき目標pHが6.0～6.5になるように矯正する。

大規模な有機大豆作農家では転作で大豆を栽培しているところがほとんどであり、大豆の裏作として小麦を栽培しているところが多く、地域によっては水稲との田畑輪換を行っている。そのような場合には、稲わら、麦わらを還元すれば有機物の供給は十分であることが多い。しかし、転換畑は急激に酸化する傾向があるため、石灰質資材の投入は不可欠である。投入量は土壌診断に基づきpHは6.0～6.5に矯正する。

②施肥管理

温暖地の秋大豆の作型では、栽培時期の地力窒素の発現が多いため、施肥を行う有機大豆作農家は少なく、無施肥の農家が多い。また、裏作に麦類を栽培している農家が多く、その農家の中には麦わらの分解促進のため、堆肥や石灰を投入している農家もある。

(3) 播種

①播種時期とタイミング

播種時期は7月上旬～中旬を基準とするが、播種のタイミングが問題になる。梅雨時期に当たるこの期間は土壌が乾きにくく、降雨が長引く。そのため、播種のタイミングはそれほど多くはなく、タイミングを逸した播種では発芽揃いが低下し、その後の管理から収量まで大きく影響する。タイミングが合わない場合は、遅くなくても発芽揃いを高められる時期を待つ方が後の管理を楽にする。

佐賀県のT農家は梅雨の時期に無理に播種をせず、梅雨が明ける7月20日以降に播種をしている。この場合、梅雨明けと同時に日照りが続くので、耕起と播種を同時に行うという工夫をして、乾燥で発芽しないことがないように心がけている。

②播種密度

一般に播種時期が遅くなるほど、栽植密度を高めなければ高収量は得られず、播種時期が早ければ栽植密度を低くして、株を大きくした方が高収量をえられる。温暖地の大豆の播種適期は6月下旬～7月上旬とされているが、有機栽培農家では雑草害、虫害回避のため7月中旬～下旬と遅くしている例が多く、栽植密度は15,000～30,000株/10aである。ただし、小規模栽培農家の中には、7月中旬の播種で、栽植密度を6,000～8,000粒程度にして、栽培管理に手をかけて分枝数を多くしている例もある。

なお、温暖地の主力品種である「フクユタカ」の適正栽植密度を例示すれば、表Ⅲ-5の通りである。

(4) 雑草防除対策

主な発生雑草はヒエ、アゼカヤ等のイネ科、カヤツリグサ、タカサブロウ、クサネム、帰化アサガオ等である。防除対策は中耕・培土による除草のみであるが、帰化アサガオに対しては中耕・培土も効果があまりなく、収穫前に手取り除草が行われている。

中耕・培土は2回は行うことが望ましい。1回目の中耕・培土は概ね播種後20～25日に行い、

表Ⅲ－5 フクユタカの播種期別栽植様式例（佐賀県HP）

播種期	栽植密度 (株/10a)	栽植様式例		
		条間 (cm)	株間 (cm)	1株本数
7月 1日～ 5日	10,000	75	25	2
7月 5日～ 15日	14,000	70	15	2
7月 15日～ 30日	20,000	70	10	2

子葉節まで培土を行う。2回目の中耕・培土は播種後30～35日に行い、第一複葉節まで培土を行う。

播種が早く梅雨が明けていない場合、1回目の培土時期に土壤が濡れて培土ができない場合があるので、早播きは天候を見て判断する。

中耕・培土を行うに当たっては、大豆の生育状況や土壤の種類や土壤水分を考慮して、中耕・培土の程度を加減する。中耕・培土が不適切な場合には効果がないか、生育を阻害することもあるので注意する。

(5) 灌水・排水

温暖地における秋大豆の作型は、真夏を超える作型のため、干ばつ時には灌水をすることにより初期生育を旺盛にし、増収を図ることができる。しかし、有機栽培においては灌水が雑草の発生を助長するという問題もあるので現実にはあまり行われていない。

むしろ、水田転作が多いので排水問題の方が重視されている。排水対策は暗渠排水施設や明渠を設けることが基本となるが、高畝栽培を行う方

法もある。畝立同時播種は、トラクター作業の一工程で効率よく行えるが、コンバイン収穫の際の制約になるので、畦の高さは15～20cm以内に抑える必要がある。

(6) 病虫害対策

温暖地での主要な発生害虫は、カメムシ類、ハスモンヨトウ、サヤムシガ類、シロイチモジマダラメイガ等多数あり、発生病害は紫斑病、モザイク病、萎縮病、べと病などがある。病虫害を発生させないためには、湿害に遭わせない土壤管理を行い、風通しのよい圃場環境にすることが挙げられる。

①カメムシ類への対応

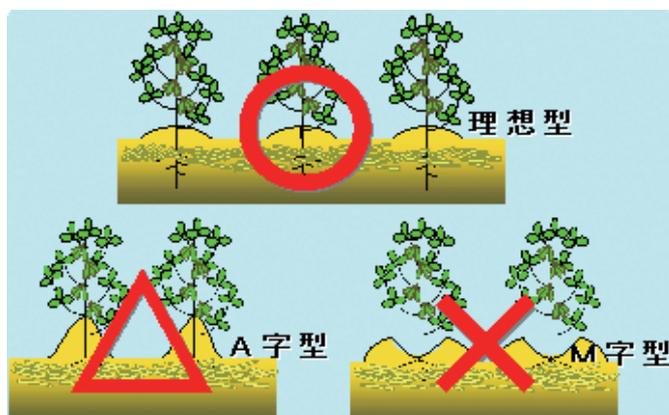
i. 播種時期を遅らせる

播種期をずらしてカメムシ害を回避する。秋大豆の最も好ましい播種時期は6月下旬～7月上旬にかけてであるが、この時期に播種を行うと、無防除ではカメムシ害によって収穫が皆無になる場合がある。カメムシを避ける大豆の播種時期は7月中旬以降の播種が有効である。実際には6月下旬～7月上旬にかけて播種することは梅雨の時期に当たり湿害を受けやすい。

また、温暖地では大豆の播種時期が早過ぎると、生育し過ぎて蔓化しやすい。これらの点から見ても、7月中旬以降の播種が望ましい。

ii. 開花期までに畦畔の草刈りを行う

カメムシ類による被害軽減を図るため、有機稲作の場合と同様に、畦畔の草刈りを励行する。カメムシ類は、普段は畦畔の草むらに住处にしている。そこに餌となる稲穂もしくは大豆の子実が稔り始めた時に移動するので、その前に住处となる畦の草を刈ることでカメム



図Ⅲ－7 中耕培土の模式図（愛知県、2004）

シの生息密度を低減し、被害を抑えることが行われる。

そこで、開花期までに畦畔の草刈りを行い、畦をきれいに管理する。その後も、こまめに草刈りを行うことが望ましいが、作業的に難しいので、その後は子実の肥大が完了するまで畦畔の草刈りは行わず草を伸ばすようにする。ある程度まで雑草が伸びてから再度草刈りを行うと、畦畔の雑草に集まってきたカメムシを圃場の中に入れる結果になるので行わない方がよい。

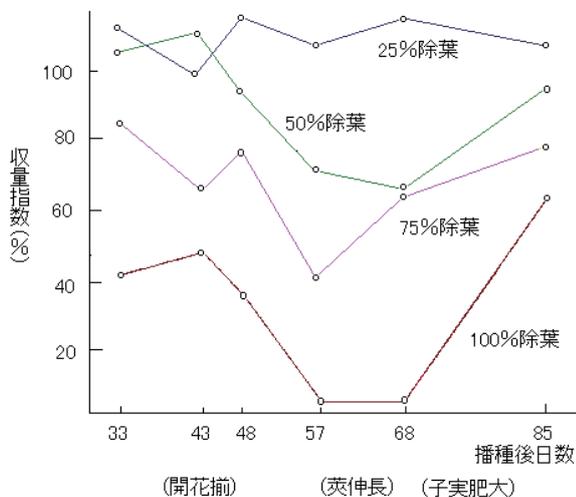
iii. その他の農家の工夫

佐賀県のA農家は、開花期以降に木酢液（250倍）を葉面散布し、カメムシの忌避を行っている。この場合濃いめで散布する方が効果が高いとのことである。

②蝶蛾類への対応

ハスモンヨトウ、シロイチモジマダラメイガ、マメシクイガ等の蝶蛾類の防除にはBT剤を使用することが多い。ただし、BT剤は商品により適用作物、適用害虫が異なるので使用に当たっては注意が必要である。

有機栽培では害虫を発生させない管理が最も重要な防除法である。基本的な耕種管理としては、窒素過多にならない栽培管理が重要である。それでも発生した場合は、被害程度を見ながらBT剤の使用を検討する。有機食材を求める消費者の中には、BT剤の使用をいやがることもあり、使用



図Ⅲ-8 除葉の程度と収量（佐賀県HP）

の際に大豆の出荷先との調整が必要なこともある。

蝶蛾類による茎葉の食害に対しては、被害程度と時期による収量指数が調査されており、25%までの除葉では収量に影響がないとされている（図Ⅲ-8）。このことを応用して、小規模栽培農家ではハスモンヨトウの初発時に、食害葉を手で採って被害を抑えている例もある。

なお、最近従来品種よりもハスモンヨトウに対して抵抗性が強い「フクミトリ」、「すずかれん」が暖地向け品種として育成されている。

③病害対策

温暖地の大豆作で発生する主な病気は、紫斑病、モザイク病、萎縮病、べと病などがあるが、有機大豆作事例調査農家で問題視している病害はなかった。

紫斑病に対しては収穫後の選別時に紫斑粒を避けて出荷している例もあるが、小規模栽培では引き合わない。紫斑病粒は加工製品によっては問題視していないこともある。

生育期間中の病害に対しては、特段の対応策はないが、有機栽培農家は、病気全般の抑制対策として、健全な作物生産を心がけ、排水性のよい圃場づくりを行って病気の発生を抑えている。

(7) 収穫・調製

温暖地では収穫時期の温度が高いため、収穫・調製に当たっても留意する。

①コンバイン収穫

大規模な作付農家や集団的な栽培が行われている場合には、コンバイン収穫が行われている。

i. 収穫時期

収穫時期は子実が乾燥硬化し、水分が15～18%程度まで下がった頃に行う。水分の簡易判定法は表Ⅲ-6を参考にするとよい。なお、収穫する時間は天気のよい乾燥した日を選び、陽の高いうち（午前10時～午後4時）に行うことが望ましい（図Ⅲ-9）。

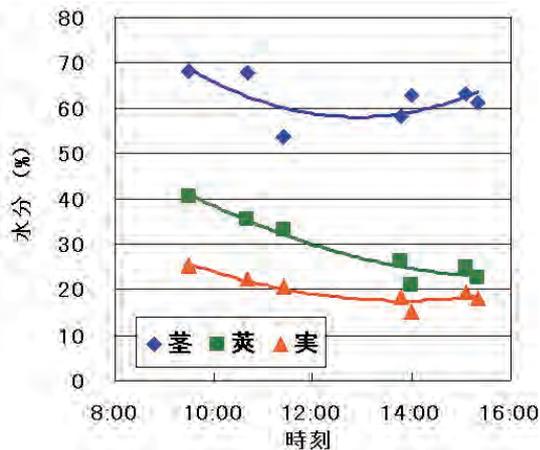
ii. 乾燥

乾燥は乾燥機を用いて行い、子実水分を15%にする。その際、変形粒、シワ粒を少なくするため、

表Ⅲ－6 大豆の茎・子実の水分簡易判定法

茎水分の目安	子実水分の目安
70%：緑色が残る	20%：噛むと音がせず割れる
60%：莢と同じ褐色	18%：爪を立てると跡が残る
50%：やや黒味を帯び、手でポキッと折れる	15%：噛むとパリッと割れる

(千葉県HP)



図Ⅲ－9 大豆水分の日内変化

(みんなの農業広場HP)

できるだけ低温で乾燥させることが望ましい。循環乾燥機の場合は、水分18%までは通風のみで乾燥させる。また循環速度は遅くした方が大豆の破損が少ない。静置型乾燥機では送付温度を30℃以下にして乾燥させる。

②コンバイン以外の収穫法

有機大豆作では、特定の需要先との契約や自家加工用などの用途で小規模な栽培が行われる場合も多い。このような場合にはコンバイン収穫ではない方法で刈り取り、乾燥、脱穀を行う場合が多い、

i. 刈取り、枝付き乾燥

収穫時期は子実が乾燥硬化し、莢のほとんどが成熟色になり、振った時にカラカラと音が鳴るようになった頃からである。この頃の子実水分はまだ20%以上あるので、すぐには脱穀ができない。作業は晴れた日に行い、午前中に刈り取り、午後には脱穀を行うのが望ましい。

子実水分が高く脱穀できない場合は、刈り取った大豆の株を地干しする。地干しは雨が当たらない

日を選んで行い、3日以内に脱穀を行うとよい。それ以上の乾燥が必要な場合は島立て、架干しの方法で乾燥させるが、雨が予想される場合はハウス内に干すか、刈り取りを遅らせる。子実乾燥後は速やかに脱穀を行う。

ii. 脱穀

子実水分が18%以下に下がったところで脱穀を行う。脱穀は脱粒機を用い、破損粒が少ないように脱粒機の回転数は低めに行うとよい。

iii. 仕上げ乾燥

脱穀後は仕上げ乾燥を行う。仕上げ乾燥はムシロなどを敷いて干し水分15%に仕上げる。機械を使う場合、温風は避け、通風で乾燥させる。

4) 事例紹介

(1) 田畑輪換で高単収の有機大豆作

—大豆・麦・水稻の3年6作輪作を実施—

(佐賀県江北町T氏、有機栽培歴9年)

①経営概要

佐賀県の中央部に位置し、穀倉白石平野南部平坦水田地帯の一角に立地している。平均気温は15.8℃、平均降水量は1853mm、初霜が11月上旬、終霜が4月上旬の温暖多雨な地域である。

有機農業の取組は1985年に江北町産業課とともに始め、1997年に有志で江北町有機農業研究会を立ち上げ、水稻、大豆等の有機栽培を始めた。販売先は東京の有機食品販売店及び町内の有機農産物の卸業者である。

経営耕地面積は15haであり、水稻、麦、大豆の作付けが中心である。大豆の作付面積は4.5haであるが、大部分は佐賀県の認証制度の特裁D(減農薬、減化学肥料栽培)による特別栽培として行っており、有機栽培面積は65aである。

②大豆の栽培概要

栽培品種は県奨励品種の「フクユタカ」を使用している。播種日は、通常の県指導基準の播種適期では播種期が梅雨に当たり発芽が不揃いになるので、梅雨明け直後の7月20日前後に行っている。この時期は梅雨が明け圃場が乾いており、その後も降雨が期待できないので、土壤水分を減



写真Ⅲ-18 黄葉期の大豆（提供：森則子氏）

らさないようにトラクターで麦わらを鋤込み、2畦成形同時播種を行っている。ただし、この栽培法は、作業機を水平に保つ必要があり、作業機が水平になっていない場合、できた畦は一方が高く、もう一方は低い畦になると、大豆の発芽が不揃いになるという問題を抱えている。

播種密度は株間21cm、条間75cm、畦高10cm、畦幅1.6m（2条）、栽植密度6,000株/10aとしており、この時期の栽植密度としては低いが、慣行栽培も同様のやり方で栽培している。

収穫は大豆専用コンバインで行うが、共用利用のため、時に年を越すなど適期収穫ができていない。収量は320kg/10aで、地域の慣行栽培の収量（220kg/10a）を大きく上回っている。

最近では青立ち株が出ているのでその対策を取りたいが、原因は不明である。

③排水・土づくり・施肥対策

土壌は灰色低地土であるが、暗渠が施工されているので、比較的水はけは良い。

ブロックローテーションにより、3年6作の輪作体系（大豆－小麦－水稲－小麦－水稲－小麦）を取っている。イネ科中心の輪作体系なので粗大有機物の投入は避け、窒素施肥は行わず、小麦作付け前に生石灰60kg/10aのみを施用している。

④雑草対策

田畑輪換により、3年に1回の大豆栽培のため雑草は比較的少ない。播種後は、お盆前に2畝同時中耕培土機により中耕・培土を1回行っている。発生雑草はホオズキグサと外来アサガオであ



写真Ⅲ-19 収穫期の有機大豆（提供：森則子氏）

る。収穫時に外来アサガオの蔓が大豆に絡まり、機械に負荷がかかることが問題である。

⑤病害虫対策

ハスモンヨトウ対策にはBT剤を使用しているが、今後は出荷先からの要請で散布を見合わせる予定である。紫斑病は収穫後、調製時に色彩選別機にかけてより分けているので問題はない。

(2) 無肥料栽培での安定した有機大豆作

ー土づくり進み茎葉残渣鋤込だけで対応ー

（熊本県菊池市T氏、有機栽培歴42年）

①経営概要

熊本県菊池市の平坦水田地帯に立地している。有機農業は祖父の代より親子3代で受け継いでいる。

経営面積は9haで、作付面積は水稲5.5ha、大豆2ha、他1.5haである。

有機JAS認証は2000年に熊本県有機農業研究会で取得した。大豆は加工向けが主体であるが、今後丸大豆での販売を多くしていきたい。これは、大豆の作付けは土づくりの意味を込めて、主に新規に増えた圃場に作付けし、それを数年続けているため、生産物が増えているからで、新たな需要先が必要である。

所有圃場の土壌は、菊池川流域の灰色低地土と台地上の火山灰土壌の2つに大きく分かれる。大豆の栽培は台地上の水田で作付けしている。

②大豆の耕種概要

品種は「フクユタカ」（奨励品種）で、播種



写真Ⅲ-20 台地上の火山灰土壌の大豆圃場

は7月15日～20日頃に行う。播種密度は株間10cm、条間80cm、2粒播き（12,500株/10a）で、周囲の慣行栽培より若干の疎植としている。播種密度が少し広い方が、大粒となり屑大豆が減るので、経営上有利であると考えている。

収穫時期は11月中旬頃で、農協から大豆専用コンバインを借りている。収穫した大豆はフレコンバッグで貯蔵しておき、出荷時に農協の機械センターで粒径選別を行ってから出荷している。

単収は180kg/10aと多くはないが、年次変動は小さく安定している。

③排水・土づくり・施肥対策

水はけが良いので特に排水対策は行っていない。

「裸麦-大豆」の輪作大系により、有機物は茎葉残渣の鋤込みのみで土づくりを行っている。

耕起は裸麦収穫後の6月中旬頃に麦わらの鋤込みを兼ねて行い、約1カ月後の7月中旬にロー



写真Ⅲ-21 麦わらの鋤込み、耕起同時播種に使用するトラクター

タリー耕と同時に播種を行う。この時の耕起は浅めに行い、毛管水を切らないようにしている。

施肥は全く行わず、収穫残さを返すのみである。裏作の麦作でも施肥は行っていない。施肥を行わないので有機肥料による根やけなどの生理障害が起きず生育が安定するため、安定した収量が得られると考えている。

④雑草対策

雑草対策は中耕、培土で対応しており、雑草が十分に抑えられなかった時は、収穫前に手刈りで対処している。中耕・培土は播種から3週間後くらいに1回だけ行う。雑草がうまく抑えられた場合は、これ以上は行わないが、通常は雑草が抑えられないことが多く、中耕・培土を2～3回行っている。

「有機農業だから、草が生える」と思われるのがいやなので、畦草や圃場内の雑草には特に気を遣って対処している。

⑤病虫害対策

特別な病虫害策は行っていないが、畦草刈りは月1回以上行っており、カメムシの飛来防止に役立っているとみている。基本は作物を健康に育てることで、作物が健康であれば病虫害の発生はないと考えている。そのため、有機JAS認証資材等は用いずに栽培している。

(3) 除草の徹底による大規模有機大豆作

—大豆・雑穀の4年8作型輪作体系—

(熊本県菊池市H氏、有機栽培歴23年)

①経営概要

菊池平野東部山麓部の標高130m前後の地で約20haの耕作を行っている。

土壌は黒ボク土で水はけの良い圃場と、河川に近い灰色低地土の水はけの悪い圃場からなる。水はけの良い圃場では水稲-麦類や雑穀-麦類の1年2作を、水はけの悪い圃場では水稲単作とするなど、圃場の排水条件により作物の作付けを変えている。

経営の主体は雑穀、米、麦、大豆などの作物が中心で、加工販売も行っている（大豆加工に

関しては：きな粉)。有機栽培は父の代からで、出荷先は健康志向を売りにした販売先が多く、有機栽培の価値を分かってくれているところが多い。加工での出荷は付加価値をつけ販売することができ、有機栽培であるということ以外にも優位に販売できる。

2011年度の主要作物の栽培面積は、雑穀1400a、小麦1350a、裸麦580a、大豆300a、水稲150aとなっている。栽培は全て有機栽培で行っており、有機JAS認証については生産工程管理者を2009年、有機加工食品を2010年に熊本県有機農業研究会より取得している。

②大豆の耕種概要

品種は「フクユタカ」を使用している。中生で栽培しやすいが、有機栽培では収穫が遅くなる傾向がある。種子の更新は3年に1度行っている。

播種は7月中旬～8月上旬にかけて行い、栽植密度は株間5～10cm、条間65cm、播種数2～3粒/株、栽植密度15,000～30,000株/10aである。収穫時期は11月下旬～12月中旬（慣行栽培：11月中旬）である。青立ちが多く、慣行栽培に比較して、収穫が遅れる。

汎用コンバインで収穫し、乾燥機で乾燥後、農協の機械銀行で選別機を借りて粒径選別を行っている。保管は倉庫業者の低温倉庫を借りて保存している。



写真Ⅲ－22 汎用コンバイン

③排水・土づくり・施肥対策

大豆は湿害によって減収しやすいので、圃場は山に近い黒ボク土壌の圃場で栽培している。

土づくりのために輪作を行っており、大豆の裏作に麦を栽培し、大豆2年、雑穀2年の4年8作の輪作体系で栽培している。

麦栽培終了後（6月中旬）、自家製完熟堆肥を3t/10a施用している。自家製堆肥は豚糞と牛糞を1：1で混合し、月に3回程度の切返しを行い、6～10カ月かけて作成する。完熟堆肥に自家製米糠ボカシを1t:100kgの割合で混合し、さらに1カ月発酵させて完成する。なお、鶏糞は抗生物質の残留が気になるので使用していない。

④雑草防除・病害虫対策

大豆播種までに雑草をできるだけ発生させて、耕起を行い、初期の雑草発生を少なくする。播種前の耕起作業は最低3回行い、初期雑草の発芽を少なくし、大豆の初期生育が雑草より早く生長できるように心がけている。生育期間中の雑草は乗用型カルチローターを使用した中耕・培土で対応している。

中耕培土は、発芽から10日目を目安に中耕除草を行い、その後2週間置きに計3～4回中耕除草を行っている。ただし、収穫時に草が残っている時は手取り除草を行う。畦草は周辺農家に迷惑がかからないように、こまめに草刈りを行っている。

⑤病害虫対策

病害虫対策は特に行っていない。有機JAS認証資材の使用も考えたが、地域の有機栽培に対する理解が得られておらず、薬剤散布を行っている噂される危険があるので、使用していない。

カメムシの発生は圃場によって差があるが、大きな被害はない。紫斑病は年によって発生の程度が異なるが、きな粉に加工し販売しているので、問題はない。



写真Ⅲ－23 乗用管理機（左）とカルチローター（右）

引用文献（3つの類型に関わる分を掲載）

- 1) 愛知県農業総合試験場「本作ダイズ安定多収栽培技術」農業の新技术No.77, 2004, 31
- 2) 岩手県農業研究センター（2010）発酵鶏糞で大豆の無化学肥料栽培ができます, 研究レポート, No.479.
- 3) 臼木一英・中野寛・古賀伸久（2004）寒地転換畑のダイズ根粒菌密度と根粒着生に及ぼす作付け前歴の影響, 北海道農業研究成果情報, 生産環境部会
- 4) 臼木一英・土田勝一（2009）寒地転換畑の大豆への根粒菌接種では菌液に浸した粒状資材の効果が高い, 北海道農業研究成果情報, 生産環境部会
- 5) 北田敬宇、田渕志良、喜多裕雄「転換畑におけるリン酸及び有機物連用」石川県農業総合試験場研究報告第16号
- 6) 国分牧衛編 作物栽培大系5「豆類の栽培と利用」2011（株）朝倉書店
- 7) 佐賀県HP「大豆の栽培マニュアル」
<http://www.pref.saga.lg.jp/web/at-contents/shigoto/nogyo/kenkyu/ai/saibai/daizu.html>
- 8) 佐藤孝・善本さゆり・中村結・佐藤恵美子・高階史章・渋谷岳・横山正・金田吉弘（2011）重粘土水田転換畑におけるマメ科緑肥植物へアリーベッチ植栽が後作大豆の生育・収量に及ぼす影響, 土肥誌, 82, 123-130
- 9) （社）全国農業改良普及支援協会・（株）クボ

- タHP；「みんなの農業広場－農作業便利帳－大豆編 収穫・乾燥調製」<http://www.jeinou.com/benri/wheat/2009/08/311123.html>
- 10) 千葉県HP；香取農林振興センター地域振興部改良普及課北部グループ普及技術員皆川裕「落花生・大豆の収穫・乾燥・調製」<http://www.pref.chiba.lg.jp/ninaite/network/field-h22/hata1009.html>
- 11) 栃木県農業者懇談会「稲麦大豆の作り方」1984, 271
- 12) 栃木県農業試験場HP：
<http://www.pref.tochigi.lg.jp/g59/system/desaki/desaki/nougyoukeidata.html>
- 13) （財）日本土壌協会「農作物生育環境指標総集 第2集 気象要因」1986
- 14) 兵庫県農政環境部「稲・麦・大豆作等指導指針」2011, 115-116
- 15) NPO法人 民間稲作研究所編「無農薬・有機栽培によるイネ・麦・大豆2年3作の実際」
- 16) release nitrogen fertilizer (coated urea) on growth, yield, and nitrogen fixation of soybean plants. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 37, 223-231.
- 17) Takahashi Y, Chinushi T, Nagumo Y, Nakano T, Ohyama T (1992) Evaluation of N₂ fixation and N absorption activity by relative ureide method in field-grown soybean plants with deep placement of coated urea. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 38, 699-708.