

# 水田・畑輪作体系を進める効率的な新技術



# 目次

はじめに	1
1. 地域の条件に応じた水田輪作体系	1
(1) 不耕起栽培を主体とした水稲・麦・大豆の省力的水田輪作体系	1
1) 不耕起水田輪作体系の意義	1
<コラム① 多様な作型・作期を可能とする水稲・麦・大豆の新品種>	2
2) 水稲乾田不耕起直播栽培	3
<コラム② 不耕起栽培の歴史>	3
3) 大豆不耕起狭畝栽培	4
4) 麦類の窒素精密追肥技術	4
5) 体系化と今後の課題	5
(2) 湛水直播水稲を基軸とした水田輪作体系	5
1) 湛水直播水稲を基軸とする体系の意義	5
2) ショットガン播種機を主体とした水稲の湛水直播技術	6
3) 二毛作地帯における小麦の作期移動技術	6
4) 重粘土壤における大豆の湿害を回避する耕うん同時畝立て播種技術	7
5) 今後の課題	8
<コラム③ 田畑輪換でスクミリンゴガイの被害を防ぐ>	8
(3) 寒冷地水田への麦、大豆の導入体系	8
1) 寒冷地における水田輪作体系の特徴	8
2) 立毛間播種による大豆－麦2年3作体系	9
3) 小麦の冬期播種技術	9
4) 極早生大豆「ユキホマレ」を用いた麦後大豆栽培	10
<コラム④ 大豆の有芯部分耕栽培技術>	10
5) 今後の課題	11
2. 地域の条件に応じた畑輪作体系	11
(1) 北海道における畑輪作体系	11
1) 北海道の畑輪作体系の特徴	11
2) ばれいしょ栽培の新技术	11
3) 小麦栽培の新技术	12
4) てん菜栽培の新技术	12
<コラム⑤ 衛星情報を活用した小麦収穫システム>	12
5) 豆類栽培の新技术	13
6) 今後の課題	13
(2) 暖地・温暖地の畑輪作体系における新技术	13
1) 暖地・温暖地の畑輪作体系の特徴と環境保全型技術	13
2) 新たなクリーニングクropp	14
3) リビングマルチの利用	15
3. 土地利用型農業における技術開発の課題	16



## はじめに

農林水産省農林水産技術会議では、国民に広く農林水産分野の研究開発についてご理解いただくため、農林水産研究開発レポートを発行、配布しています。

平成 17 年 10 月、農林水産省は、(1) 担い手に対して施策を集中する品目横断的経営安定対策の創設、(2) これと表裏一体の関係にある、米の生産調整支援対策の見直し、(3) 農地・水などの資源や環境の保全向上を図るための対策の創設を内容とする「経営所得安定対策等大綱」を決定しました。

この中で、これまでのような全ての農業者の方を一律的に対象として、個々の品目毎に講じてきた施策を見直し、19 年産からは、意欲と能力のある担い手に対象を限定し、その経営の安定を図る施策(品目横断的経営安定対策)に転換することとしています。担い手に対象を絞り、経営全体に着目した対策に転換するという点で、戦後の農政を根本から見直すものとなっています。なお、この品目横断的経営安定対策は、全ての農産物を対象とするものではありません。担い手を中心とする農業構造の改革が遅れている、複数の作物を組み合わせた営農が行われている、諸外国との生産条件の格差があるといった観点から、土地利用型農業の米、麦、大豆、てん菜、でん粉原料用ばれいしょを対象としています。

今後、品目横断的経営安定対策を進め、集落営農の組織化などを含めた担い手の育成・確保を図るためには、複数の作物を組み合わせた営農、即ち輪作営農のトータル効率や生産性を向上させ、生産コストの低減を図っていくことなどが重要で、これらに資する技術の開発、実用化、普及が期待されています。また、農地・水などの資源や環境の保全向上を図るためにも、雑草や病害虫の抑止に有効な輪作体系に係る技術は重要です。

そこで本レポートでは、経営所得安定対策等の推進に資する観点から、土地利用型農業生産の場面において、担い手の経営安定に寄与する水稲・麦・大豆の水田輪作体系、ばれいしょ、てん菜、大豆、小麦を含む寒冷地の畑輪作体系、環境に配慮した暖地・温暖地の畑輪作体系に関する技術の開発状況を取り

まとめることとしました。

なお、経営所得安定対策等大綱の詳細については、農林水産省のホームページ ([http://www.maff.go.jp/syotoku\\_antei/index.html](http://www.maff.go.jp/syotoku_antei/index.html)) で広報しています。

## 1. 地域の条件に応じた水田輪作体系

我が国の水田は、非常に高度な農業生産基盤です。この生産基盤を有効に活用し、水稲のみでなく、本作化がうたわれている大豆や麦類を組み合わせることで効率的な輪作体系を構築することは、担い手の経営安定のみならず、食料の安定供給や自給率の向上を図る上でも、重要な課題です。効率的な水田輪作営農を行うためには、単一の作物の栽培以上に、気象や土壌といった自然条件や規模等の経営条件に適合した技術体系が重要です。水田の輪作を考えた場合、関東以南の暖地、温暖地では、水稲と麦類との二毛作が可能ですが、東北地方になると二毛作は困難となります。さらに、北海道の水田では 1 年 1 作が基本となります。

ここでは、集落営農を含む大きな規模の担い手が、効率的で低コストに営むことを目指して、各地域で開発された水田輪作体系を紹介します。

### (1) 不耕起栽培を主体とした水稲・麦・大豆の省力的水田輪作体系

#### 1) 不耕起水田輪作体系の意義

東北以南の太平洋側を中心とした水田地帯は、降雪が少ないため、4 月上旬から 11 月上旬まで圃場作業が可能であり、土地の利用性が高い水稲・麦(冬作)・大豆の 2 年 3 作の輪作体系が推奨されています。しかし、2 年 3 作では、梅雨時における秋まき小麦の収穫作業と麦栽培跡への大豆播種作業が大きく競合し、梅雨が長引くと小麦の品質低下とともに、大豆の播種が大きく遅れます。一方、自給率向上や土地利用型農業の活性化に向けた麦・大豆の本作化にともない、担い手である大規模水田作経営や受託組織に対しては、一層の規模拡大と水田の高度利用が期待されています。しかし、規模拡大に伴い、水稲では、作期競合、機械・施設費の増加、麦、大豆においても、耕起・整地・施肥・播種などの慣行

## 多様な作型・作期を可能とする水稻・麦・大豆の新品種

### (1) 水稻

効率的な輪作体系を構築するポイントの一つは、作物の切り換えです。移植水稻の場合、育苗作業による労力競争が、規模拡大や効率的輪作の隘路となる場合も多く、直播水稻は、水稻自体の労力やコスト低減ばかりでなく、輪作体系の構築の上でもメリットを有しています。直播に適する品種特性としては、収量性や品質に加えて、耐倒伏性や出芽・苗立ち特性が優れることが必要で、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構を中心に、以下の品種が育成されています。

最近育成された主な直播適性水稻品種

品種名	育成場所	育成年	特徴	栽培適地
どんとこい	中央農研（北陸）	平成7年	良食味、耐倒伏性	北陸、関東以西
いただき	中央農研（北陸）	平成12年	良食味、耐倒伏性	北陸、東北部、関東以西
ミレニシキ	作物研	平成12年	いもち病抵抗性、耐倒伏性	温暖地、暖地の平坦部
はなえまき	北海道農研	平成15年	低アミロース	北海道
ふくいずみ	九州沖縄農研	平成16年	良食味、耐倒伏性	暖地
萌えみのり	東北農研	平成18年	良食味、耐倒伏性	東北

この他、効率的な水田輪作体系を構築するためには、柔軟に作期を設定できるように、その地域で早生から晩生まで多様な熟期の品種が揃っていることも重要です。熟期が違って、食味等それ以外の特性は揃っている方が望ましく、現在、イネゲノム情報を活用して、例えばコシヒカリの熟期のみを変えた品種の育成などに取り組んでいます。

### (2) 麦類

麦類は、収穫時期が多湿になると、穂についたまま発芽したり（穂発芽）、小麦粉の品質が低下（低アミロ化）します。多くの地域は、収穫時期が梅雨時等の多湿な環境に当たることから、梅雨前に収穫できる早生性や穂発芽耐性を強化した品種が必要とされます。また、難防除病害である縞萎縮病等の拡大に伴い作付けを維持するために抵抗性品種開発の要望が高まっています。このような背景から以下の品種が開発されており、同時に、「イワイノダイチの早播きによる早生化栽培技術」といった品種の特性を活かした栽培技術の開発も進めています。

最近育成された主な麦類の品種

麦種	品種名	育成場所	育成年	特徴	栽培適地
小麦	イワイノダイチ	九州沖縄農研	平成11年	早生、縞萎縮病抵抗性	九州、関東、東海
小麦	きたもえ	北海道立北見農試	平成12年	縞萎縮病抵抗性、穂発芽耐性	北海道
小麦	ネバリゴシ	東北農研	平成12年	早生、穂発芽耐性	東北部
皮麦	ファイバースノー	長野農事試	平成12年	精麦用大麦、耐雪性、耐倒伏性	北陸
小麦	ふくさやか	近中四農研	平成14年	耐倒伏性	中国
小麦	タマイズミ	作物研	平成14年	早生、うどんこ病抵抗性	関東、東海
ビール麦	サチホゴールド	栃木農試	平成17年	ビール用大麦、縞萎縮病抵抗性	関東

### (3) 大豆

大豆の単収・品質は天候や病虫害等の影響による年次変動が大きく、その要因として、台風などの強風による倒伏やアブラムシによるモザイク病の多発があり、耐倒伏性や病虫害抵抗性を強化した品種の開発が求められています。一方、適期に効率的収穫に向けてコンバインの導入が進められており、コンバインで収穫しやすい品種や早生性の高い品種の開発が求められています。このような背景から、以下の品種が開発され、同時に、「ユキホマレの遅まき栽培によるわい化病回避技術」といった品種の特性を活かした栽培技術の開発も進められています。

最近育成された主な大豆品種

品種名	育成場所	育成年	特徴	栽培適地
おおすず	東北農研	平成10年	耐倒伏性、多収	東北
あやこがね	長野中信農試	平成11年	モザイク病抵抗性、多収	北陸、東北
ハタユタカ	東北農研	平成11年	シストセンチュウ抵抗性、多収	関東
ユキホマレ	北海道立十勝農試	平成13年	早生、機械収穫適性	北海道
サチユタカ	九州沖縄農研	平成13年	紫斑病抵抗性、多収	近畿、中国、九州
すずおとめ	九州沖縄農研	平成14年	早生、難裂莢性	九州

表1 経営組織類型別の水稲直播導入のねらいと効果

経営組織類型	直播導入のねらい										
	省力化	作業負担軽減	面積拡大	複合部門導入強化	ワンマンオペレーション化	作業受託拡大	コスト低減	作期拡大・作業分散	大区画圃場対応	労働ピーク分散	転作カウント
大規模水田作経営	52	21	52	3	3	7	14	28	0	10	0
水田複合経営	47	11	26	53	0	16	11	21	0	16	0
生産組織・協業組織	56	13	13	38	0	19	19	19	6	13	0
地域営農組織・公社	60	7	13	0	0	0	40	33	13	13	7
全体	51	15	29	20	1	10	20	25	4	12	1
経営組織類型	直播栽培の導入効果										
	省力化	作業負担軽減	面積拡大	複合部門導入強化	ワンマンオペレーション化	作業受託拡大	コスト低減	作期拡大・作業分散	大区画圃場対応	労働ピーク分散	転作カウント
大規模水田作経営	21	24	34	14	7	10	17	41	0	10	3
水田複合経営	26	5	11	58	0	16	5	21	0	5	5
生産組織・協業組織	56	25	13	31	0	25	25	44	0	38	6
地域営農組織・公社	80	0	7	13	0	0	27	47	0	7	13
全体	38	17	18	26	2	12	21	37	0	13	6

生産者に対するアンケート調査結果。数値は、全体に占める割合（%：複数回答あり）

栽培では、作物切替時に作業が集中するとともに、後作物の播種遅延等による収量・品質の低下という問題が発生しています。そのため、限られた期間内に作業をこなすとともに品質の向上を図る必要があり、労働時間や生産コストの削減効果が高い水稲の直播栽培が省力・低コスト化のキーポイントになります。

関東以南の太平洋側の水田地帯では、有機質が少なく、団粒が形成されにくいカオリナイト系土壌が多いことから、過剰な耕起による有機物の減耗や土壌風食を避けるために不耕起栽培が適しています。このような地帯では、播種前の耕起作業、代かき作

業を省略し、畑状態のままの土に不耕起播種することは、一層の省力化と生産性の維持の両面で有効な栽培方法となります。ここでは（独）農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センターが中心に開発した水稲不耕起乾田直播、大豆不耕起狭畝栽培、小麦窒素精密追肥といった新技術について紹介します。

## 2) 水稲乾田不耕起直播栽培

水稲の直播栽培は、表1に示すように、省力化や規模拡大、作業分散などを主な狙いとして、近年、徐々に面積を拡大し、現在1万5千haを越えています。しかし、湛水直播では、春先の多労な代かき

## コラム②

### 不耕起栽培の歴史

不耕起栽培とは、圃場を耕うんしたり、代かきしたりしない栽培法のことです。不耕起栽培は、20世紀後半に、土壌侵食の防止や土壌水分の保持という観点から、アメリカで発展してきた農法で、現在は、南北アメリカを中心に普及面積を広げています。

我が国においては、省力や燃料の削減の観点から、不耕起栽培の技術開発が始まりました。水稲では、より省力メリットを発揮できる直播栽培と組み合わせた先駆的な取り組みが、昭和40年代に岡山県で行われました。また、専用の移植機による不耕起移植栽培もあり、この技術は代かき水の流出による水系の富栄養化の防止といった環境保全の観点から取り組んでいる事例も見られます。大豆や麦類の不耕起栽培技術の開発は、昭和40年代の米の生産調整開始とともに始まりました。収穫と播種の作業競合回避や、降雨による播種作業の遅れを回避する目的で技術開発が行われています。

海外の畑作では10年以上不耕起を継続している事例も見られますが、我が国の水稲不耕起栽培では、漏水や土中養分の不均一化などから、5～8年以上の継続は問題があり、定期的に耕起を取り入れた栽培体系が必要とされています。

作業やカルパー粉衣（酸素供給剤）が必要であるとともに、播種機の汎用化が難しいなどの問題をかかえ、直播導入の狙いが発揮出来ていない場合も見られます。新しく開発された乾田不耕起直播栽培は、水稲、麦、大豆の播種が可能なディスク駆動式の汎用型不耕起播種機を用いて耕起せずに播種を行う技術で、アップカット方向に回転する作溝ディスクにより、前作物の残渣を裁断し、排水性にすぐれるY字型の播種溝を形成します。その後、ダブルディスクでY字溝に種を確実に誘導し、覆土・鎮圧を行います。現地実証試験の耕種概要では、①代かき作業を省略するためレーザーレベラーによる圃場の均平化、②移植圃場からの入水を回避するため4月上旬の不耕起播種、③緩効性肥料を組み合わせた播種時施用、④播種直前及び入水前における除草剤散布(状況に応じて入水後)により構成されます。現地実証の経営事例では、省力的な不耕起乾田直播の導入により、水稲の作付面積が大きく拡大する一方で、苗栽培に要する労力が不要となるため、経営全体の投下労働時間はほとんど変わらず、移植栽培に比べ収量水準を低下させずに、所与の労働力、機械施設装備の下で大幅な規模拡大が可能となっています。湛水直播では、耕起作業に約0.6時間/10a、代かき作業に約0.5時間/10aを必要とします。乾田不耕起直播はこれらの作業を必要としない、春先の労働競合を回避できる省力的直播栽培といえます。

### 3) 大豆不耕起狭畝栽培

大豆不耕起狭畝栽培では、耕起整地を行わない不耕起状態で播種し(図1)、畝幅を慣行の半分の30cmの狭畝にして大豆を栽培します。また、狭



図1 麦跡における大豆不耕起播種作業

表2 大豆不耕起狭畝栽培における労働時間/10a

作業項目	慣行栽培	不耕起狭畝栽培
麦かん散布	—	0.19
排水溝準備	—	0.06
耕起・整地	0.96	—
施肥	0.43	0.68
播種	0.62	
播種後除草剤散布	0.13	0.13
中耕培土	0.56	—
畝畔除草	0.74	0.74
防除	0.36	0.36
収穫・運搬	0.50	0.50
乾燥機排出	0.98	0.98
合計	5.28	3.64

赤地は慣行より増加、緑地は慣行より減少

畝幅とするため、中耕・培土は実施しないことから、播種前から収穫時まで一貫して不耕起状態で大豆が栽培されます。播種に用いる汎用型不耕起播種機は、前述の水稲と同じものを用います。不耕起狭畝栽培は、①耕起・整地や中耕・培土の省略による労働時間の削減(表2)、②降雨後早期に播種作業が実施できることによる播種遅延の危険性緩和、③狭畝化に伴う雑草抑制、④土壌を硬い状態に維持することによる多雨時の地表面排水の促進、⑤省力化による規模拡大の促進や播種機の汎用利用によるコストダウン等の利点があります。播種作業について、茨城県筑西市における事例(約40ha)では、梅雨時にもかかわらず、平均2.6ha/日の速度で播種が可能でした。汎用型不耕起播種機は、6条条種の定価が250万円/台と、同一水準の播種機に比較して約2倍の価格ですが、水稲、麦、大豆を計5ha栽培することにより、5年間で償還できます。

### 4) 麦類の窒素精密追肥技術

麦類については、平成17年産麦から内部品質に基づく評価区分の導入に伴い、タンパク質含量等について基準が定められ、一層の高品質化が課題となっています。そのため、紹介した不耕起播種に窒素精密追肥技術を組み込みます。これは、品種毎の生育特性に基づき3月上旬の莖立期に行う1回目の追肥(窒素成分2kg/10a)が収量の1~2割の増加をもたらし、4月上旬の出穂1週間前(状況に応じて2週間前)に行う2回目の追肥(窒素成分4kg/10a)が子実タンパク質含量の1~2割の増加をもたらします。ここでは2回目の追肥がポイントで、出穂前20日目では、穂数が増加し倒伏を招く

圃場区分	1年目		2年目		3年目		4年目	
	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋
I	水稲移植		水稲乾田不耕起直播		小麦不耕起直播	大豆不耕起直播・狭畝栽培	小麦不耕起直播	大豆不耕起直播・狭畝栽培
II	水稲乾田不耕起直播		小麦不耕起直播	大豆不耕起直播・狭畝栽培	小麦不耕起直播	大豆不耕起直播・狭畝栽培	水稲移植	
III	小麦不耕起直播	大豆不耕起直播・狭畝栽培	小麦不耕起直播	大豆不耕起直播・狭畝栽培	水稲移植		水稲乾田不耕起直播	
IV	小麦不耕起直播	大豆不耕起直播・狭畝栽培	水稲移植		水稲乾田不耕起直播		小麦不耕起直播	大豆不耕起直播・狭畝栽培

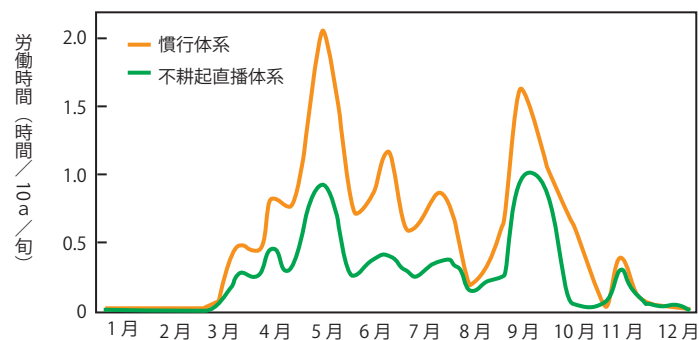


図2 不耕起栽培を導入した4年6作水田輪作体系（転作率50%）の模式図（上）と慣行（水稲移植、麦・大豆耕起直播）体系との旬別労働時間（想定）の比較（下）

表3 不耕起輪作体系（試算値）と現状との経営規模、労働時間、生産費の比較

	現状	不耕起体系
経営規模 (ha)	3	20
労働時間 (hr/10a)	19.5	9.3
生産費 (円/10a)	88,000	63,000

恐れがあり、逆に出穂期では、粉の明るさが大きく低下します。また、通常の水稲移植栽培との組合せでは、2回目追肥作業が水稲の苗の播種・育苗管理作業と競合しますが、水稲の直播は4月中・下旬となるため作業競合を回避できます。

#### 5) 体系化と今後の課題

新技術の効果を最大限発揮するためには、高い生産性を持続できる効率的な輪作体系を構築することが重要です。このため、図2に示すように漏水防止のための水稲移植栽培、麦・大豆作に好適な土壌条件の確保のために水稲不耕起乾田直播を組み込んだ水田輪作の4年6作体系が提案されています。この新しい体系では、春先の作業ピークが大幅に改善され、夏期の除草作業が軽減されることなどにより、10a当たりの労働時間が半減され、大幅な規模拡大が可能となることを見込まれます（表3）。また、田畑輪換による連作障害の回避、団粒構造の改善、雑草抑制が期待できます。

今後、水田輪作体系をさらに高度化する技術開発の方向として、圃場別データの収集・解析に基づく合理的営農システムの開発が必要です。具体的には、GIS（地理情報）システムを用いて圃場マップを作成するとともに、圃場毎の土壌条件、時期別の作物の生育量、さらに圃場別の収量・品質データを蓄積し、耕種概要や栽培履歴等と関連させながら、収量水準等を規定している要因を解析し、それらをもとに、産地レベルで水稲、麦、大豆に関する収量、品質の高位安定化を図り得る栽培地域環境条件診断手法の構築を進めています。それと平行して、トラクタや管理機で作業走行する時や、収穫作業の際にそれらデータが収集できるような計測型トラクタやコンバインの開発を行っています。

### (2) 湛水直播水稲を基軸とした水田輪作体系

#### 1) 湛水直播水稲を基軸とする体系の意義

今後、規模の拡大によって収益性の向上を目指すためには、水稲直播栽培の導入が不可欠です。前項の不耕起栽培による輪作体系は、より省力・低コストな技術ですが、北部九州など不耕起による水田の漏水が問題となる地域や北陸など大豆播種時に湿害を受けやすい重粘土地帯などでは、導入が困難で





図3 ショットガン播種機による水稻直播作業（左）と改造機による麦播種作業（右）

す。代かきを行う湛水直播水稻栽培は、不耕起直播を含む乾田直播に比べ、広く適用可能な技術ですが、移植栽培に比べると出芽の不良や倒伏によって収量が不安定となりがちです。一方、水田における麦・大豆の栽培においては、農業機械の汎用化によるコスト削減、湿害や雨害の回避が課題となります。そこで、不耕起体系が導入困難な北部九州や北陸を対象に開発を進めたショットガン播種機による水稻湛水直播栽培、ショットガン播種機の大豆・麦栽培への汎用利用技術、小麦の作期移動技術、大豆の耕うん同時畝立て播種技術について紹介します。

## 2) ショットガン播種機を主体とした水稻の湛水直播技術

水稻の直播栽培では、倒伏がしばしば問題となります。倒伏防止のためには、播種深度を確保することと、密植にならないことが重要です。九州沖縄農業研究センターで開発した「ショットガン播種機」は、独自の点播播種機構と打込みディスクを用いて、代かき直後のヨーグルト状の泥の中に、カルパー（酸素発生粉衣剤）コーティングした水稻種子数粒を10～15m/sに加速して土中に点播状に打込む播種方式です。本方式は、10mm程度の平均播種深度を確保できるため、散播や条播より倒伏抵抗性が高いという特徴を持っています（図3）。本方式は、コシヒカリなどの倒れやすい品種にも適用可能な直播栽培技術として、現在北陸地方などを中心に約2.7千ha普及しており、今後更なる普及が期待されます。

ショットガン播種技術を二毛作体系に導入する

と、小麦の収穫後に播種することになります。そこで、九州沖縄農業研究センターでは、6月下旬に水稻を直播する晩播直播栽培の研究に取り組みました。晩播直播（6月下旬播種）水稻は、平年の日照条件では普通期直播（6月上旬播種）水稻に比べて出穂期が1週間程度遅れますが、籾の生産効率が高く、収量は同等に確保できること、また耐倒伏性は低下しないことがわかりました。しかし、出穂までが寡照で推移する年では、晩播直播水稻は、初期生育量が少ないために総粒数を確保しにくいことがわかりました。この対策として密播（単位面積あたりの株数を増やした直播）栽培を試みたところ、穂数が増加することによって総粒数が増加し収量を確保しやすく品質は同等であることが明らかとなりました。

ショットガン播種機は、若干の改良によって、麦や大豆の播種機としての汎用利用も可能です。すなわち、播種機とロータリを連結する金具に播種機の位置を調節することのできる「汎用化ブラケット」を採用し、打込みディスクの代わりに一般の麦・大豆播種用ユニット下部（作溝、覆土、鎮圧装置）を取り付けます（図3）。改造費は8条用で30～40万円、改造時間は播種ロールの交換を含めて約1時間です。作業幅も2.4mと広いので、能率的な播種作業ができます。

## 3) 二毛作地帯における小麦の作期移動技術

北部九州地方の水田麦作においては、生育期間を通じて降雨が多く、特に登熟後期の降雨は赤かび病や穂発芽の原因となり、播種期の降雨は、出芽や初



図4 早播きした小麦の生育の様相  
(2001年2月15日撮影)

チクゴイズミ(右)では茎立ちが始まっているが、  
イワイノダイチ(左)では茎立ちが認められない。

期生育の不安定の原因となります。そこで、九州沖縄農業研究センターでは、登熟後期の雨害回避のための早播き栽培による早期収穫技術の開発、および播種期の雨害回避のための晩播き栽培技術の開発に取り組みました。

従来の春播性小麦(チクゴイズミ)を早播き栽培すると、茎立ちが早まり、凍霜害を受けることがありました。一方、秋播性の新品種「イワイノダイチ」(平成11年九州沖縄農業研究センター育成)は、早播きしても茎立ちが早まらず凍霜害を回避できるため、早播き適性品種と考えられています(図4)。早播き栽培は、生育期間が長いいため、生育量の確保は容易ですが生育後期に窒素が不足する傾向にあります。そこで、播種量と施肥法について検討したところ、早播き栽培には、疎播と後期重点施肥が適していることが明らかとなりました。

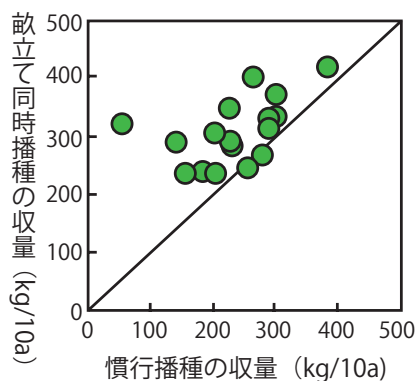


図5 実証試験における畝立て同時播種大豆の収量性

北部九州地方では、慣行的な播種時期である11月下旬までは、しばしば降雨に遭遇しますが、12月になると降雨は少なくなります。12月上旬に播種する晩播き栽培では、生育量を確保することと、早生品種を利用することが大切です。播種量と施肥法について検討したところ、疎播や減肥では減収すること、標準播種量(6kg/10a)と標準施肥法(窒素成分量で12kg/10a)が適していることが明らかになりました。品種適性としては早生品種の中でも春播性の「チクゴイズミ」よりも秋播性の「イワイノダイチ」の収量が高いことが明らかとなりました。

4) 重粘土壌における大豆の湿害を回避する耕うん同時畝立て播種技術

大豆は発芽、初期生育、登熟期のいずれも生育相においても湿害に弱く、収量が不安定となる大きな要因で、特に重粘土壌では、排水が不良であるために湿害が多発する傾向にあります。重粘土壌における大豆栽培は、播種前に十分な耕起を必要としますが、既存の播種機ではその碎土性は必ずしも十分とはいえない状況でした。北陸農業研究センターが開発した耕うん同時畝立て播種機は、①アップカットロータリーによる碎土性の向上、②耕うん爪の配列を改良することにより耕うんと同時に10-20cmの畝立て、③畝立て部に播種するため種子の位置が高く湿害を回避、④作業速度は0.3-0.4m/秒、⑤耕うんと同時に播種するため省力的、といった特徴があります。北陸地方を中心とした転換畑における実証試験では、多くの試験地において畝立て同時播種区は苗立ち数が多く、湿害による生育停滞も回避され、慣行播種区の収量を2割以上も上回り、300kg/10aを超える地点も数多く認められ



圃場区分	1年目		2年目		3年目		
	春	秋	春	秋	春	秋	
I	麦	水稲移植	麦	水稲直播	麦	大豆	麦
II	麦	水稲直播	麦	大豆	麦	水稲移植	麦
III	麦	大豆	麦	水稲移植	麦	水稲直播	麦

図6 水稲直播を導入した1年2作輪作体系の模式図(左)と慣行体系との旬別労働時間(想定)の比較

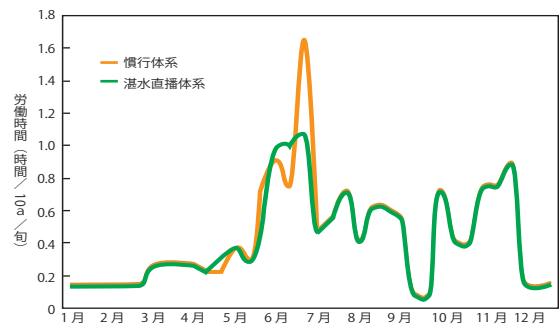


表4 湛水直播を基軸とする二毛作体系(試算値)と現状との経営規模、労働時間、生産費の比較

	現状	湛水直播体系
経営規模 (ha)	3	4.6
労働時間 (hr/10a)	15.2	14.8
生産費 (円/10a)	78,000	73,000

ています(図5)。本播種機のベースロータリーは、2条用が63万円、3条用が101万円で市販されており、収量増により十分に償還ができます。なお、本播種技術は、播種ユニットの交換により麦やソバへの汎用化も可能です。

#### 5) 今後の課題

北部九州地域を対象として、水稲湛水直播を導入した1年2作の新技术体系(図6)を、水稲移植栽培による慣行体系と比較する経営シミュレーションを行ったところ、労力ピークの緩和による最大経営面積の拡大と生産費の低減が可能となることがわかりました(表4)。

水稲・麦・大豆の輪作体系の維持・発展を考える場合、安定した水稲直播栽培技術を確立する必要があります

### コラム③

#### 田畑輪換でスクミリングガイの被害を防ぐ

南米原産のスクミリングガイ(通称「ジャンボタニシ」)は1980年代前半に食用として輸入されましたが販路が拓けず、野生化した貝は水稲の有害動物になっています。この貝は若くて柔らかい植物を好んで食害するため、水稲湛水直播栽培では特に大きな被害が生じます。そのためスクミリングガイは九州で直播栽培を普及するうえでの重要な障害になっています。

スクミリングガイは在来のタニシに比べて貝殻が薄いため比較的乾燥に弱く、また、ロータリー耕うんを行うと、かなりの貝が機械的に破砕されます。そのため、水田に畑作物を栽培すると貝の密度が著しく低下します。大豆後の水田の貝密度は、例外なく防除が必要な密度( $m^2$ 当たり0.5頭)より十分に低くなります。1年の田畑輪換では貝は絶滅しませんが、密度は要防除水準以下に低下し、本田で特別な貝対策を行わなくても湛水直播栽培が可能です。田畑輪換は湛水直播栽培におけるスクミリングガイの食害を防止する上で有効な手段です。



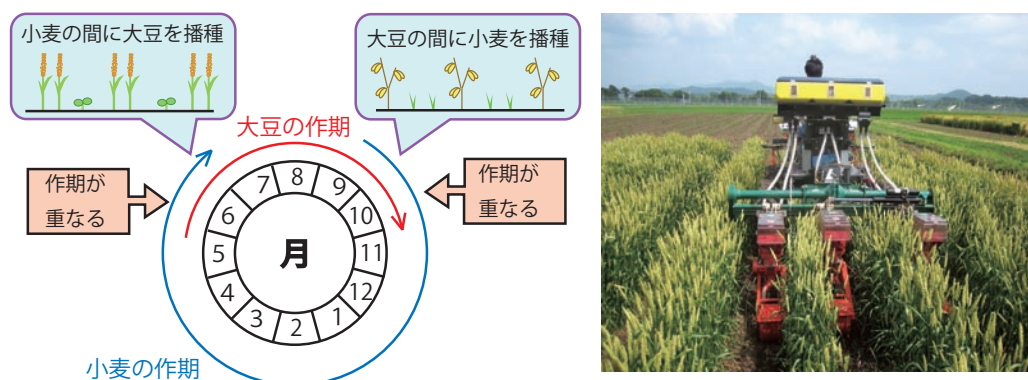


図7 大豆－小麦の立毛間播種栽培体系  
(作期は北東北の場合を示す)

ここで、寒冷地における高生産性水田輪作体系の確立に寄与すると考えられる立毛間播種による大豆－麦2年3作体系、小麦の冬期播種、極早生大豆を用いた麦後の大豆栽培を紹介します。

### 2) 立毛間播種による大豆－麦2年3作体系

作物の生産性を向上させるために最も単純かつ効果が高い方策として、二毛作があります。大豆と麦についても、二毛作により圃場の利用効率を上げ、総生産量を増やすことができますが、冷涼な気候条件の地域では、作期の競合により二毛作の実施は困難です。しかし立毛間播種（収穫前の作物の畝間に次の作物を播種すること）によって年二作が可能になります。例えば盛岡市近郊では、大豆収穫の約1ヶ月前に畝間へ小麦を播種し、小麦収穫の約2週間前に大豆を畝間に播種するという栽培体系になります（図7）。

畝間への条播作業については、我が国の圃場等の諸条件に適した小型乗用機械体系を東北農業研究センターが構築してきており、開発した播種機が市販されています（2002年）。この方式による大豆・麦の立毛間播種2年3作の栽培体系に関しては、岩手・宮城・山形各県から栽培技術マニュアルが作成され、東北地域で40ha程度（2004年）実施されています。また、各地の現地試験などで収益性の試算が行われ、純収益が25%向上（宮城県、50ha水稲と30ha転作の組み合わせで、5haの大豆・大麦2年3作＋15ha大豆単作と、30ha大豆単作との比較）、純収益が4800円／10a向上（岩手県、20haの大豆・小麦2年3作と20ha大豆単作との比較）などの結果も得られています。本技術は主に

寒冷地向けですが、その他の地域でも作業競合の解消、作業量の平準化、播種時期の最適化、などを目的とする場合には有用な技術であり、大豆・麦の安定生産につながると考えられます。

### 3) 小麦の冬期播種栽培

寒冷地の太平洋側においては、水稲の転作作物や大豆の連作障害回避のための輪作作物として、小麦が栽培されています。この場合、小麦の播種作業が水稲や大豆の収穫作業と競合することが、営農上の問題となっています。また、この時期は、圃場が乾きにくく、播種時期が遅れることや、排水不良のために出芽・初期生育が不安定となることも問題となっています。そこで、岩手県農業研究センターでは、播種時期を大きく遅らせた小麦の冬期栽培の研究開発が行われました。

小麦の秋まき栽培では、播種期が遅くなると出芽後の越冬性が低下し、莖数不足などから収量が低下する傾向があることが問題でした。一方、冬期播種栽培は、播種期を大きく遅らせて越冬後に出芽させることが大きな特徴です。冬期播種栽培は秋播栽培と比べて、全生育期間が短いために稈長が短く、生育量は少なく、収量はやや低くなります（図8）。しかし、外観品質に大差はなく、タンパク質含量はやや高くなることから、タンパク質含量向上技術としても有望です。栽培上のポイントとしては、根雪前の出芽を避けるために、播種期を十分に遅らせること、生育量の確保のために播種量を350粒／㎡（15kg/10a）にまで増やすことなどが挙げられます。なお、冬期播種栽培は東北地方でしばしば問題となるコムギ縮萎病の発病を防止する上でも有効



図8 小麦の冬期播種栽培（左）と秋播栽培（右）  
冬期播種栽培は稈長が短く、生育量が少なくなる。

です。これは、コムギ縮萎病は播種後の気温が低いと発生しないからです。これらの圃場試験は、東北地域の主力品種である「ナンブコムギ」で行われたものですが、パン用新品種の「ゆきちから」においても冬期播種栽培は可能です。この場合は、タンパク含量の増加のための窒素追肥が必要です。冬期播種栽培の普及面積は、先進的な農家や農協、普及センターの協力により岩手県南部を中心に120haまで広がっています。

#### 4) 極早生大豆「ユキホマレ」を用いた麦後大豆栽培

東北北部においては、小麦収穫が7月上旬となり早霜期まで約3ヶ月間しかないため、大豆を栽培する余裕がなく、小麦、大豆1年2作は困難でした。そこで、岩手県農業研究センターでは、極早生大豆品種を用いて小麦の後作での大豆栽培を検討しまし

た。北海道立十勝農業試験場で育成された極早生品種「ユキホマレ」は、岩手県中北部で小麦収穫後の7月上旬から中旬にかけて播種すると10月中旬から下旬の成熟期となり、品質も良いことから1年2作体系に用いることができます。収量は、生育期間が3ヶ月にもかかわらず、220～290kg/10aとなります。本栽培方法は、生育期間が短いことから、収量や子実の蛋白含有率は播種後1ヶ月から2ヶ月の地上部窒素吸収量が多いほど高まることがわかりました。そこで、栽植密度を10a当たり2万本から3万本と密にしたところ、収量が確保しやすく、生育中の雑草の発生も抑制できることが明らかとなりました。「ユキホマレ」は煮豆としてだけでなく、味噌加工適性も高いことから、地元の加工業者との契約栽培や農村加工場での味噌加工などの用途が期待できます。

### コラム④

#### 大豆の有芯部分耕栽培技術

転換畑の大豆作では、一般に土壌の水はけが悪く、湿害を生じやすくなるだけでなく、碎土の低下により乾燥害も生じやすくなります。「有芯部分耕栽培」では、ロータリ爪の一部を取り外して播種床を耕起せず、条間の耕起土壌で種子を覆土します（図）。播種床の不耕起土壌は過湿条件では水を含みにくく、乾燥条件では水分が適度に保たれるという特長を有し、過湿や過乾燥に弱い根粒菌と共生している大豆の生育の改善に有効です。これまで3年間栽培試験を実施し、有芯部分耕による生育促進効果と増収効果が確認されています。現在、作業速度向上のための作業機の改良や作業法の改善に取り組んでいます。

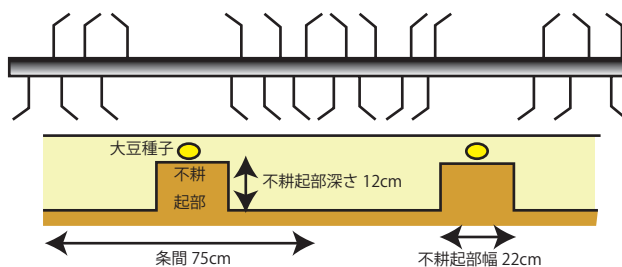


図 有芯部分耕栽培の土壌条件  
(濃い茶色部分は耕起していない)

## 5) 今後の課題

多雪地帯の日本海側における稲・大豆の単作体系では、水稲作の省力化による大規模化を進めることや重粘土壌の転換畑における大豆作の安定化が収益性改善の鍵となります。水稲作の大規模化には直播栽培が有効です。直播栽培の導入によって、育苗作業の省略のみならず収穫期の分散による適期刈り取りによる品質の安定化も期待されます。東北農業研究センターにおいては、良食味の直播適性品種「萌えみのり」(平成18年)が育成され、今後の普及が期待されています。一方、転換畑大豆作を安定化するには、ブロックローテーションや営農排水の徹底の他、近年、実用化されつつある畝立て栽培や有芯部分耕栽培等の湿害対応技術の導入が急務となっています。ブロックローテーションによる大豆連作の回避は地力の維持に有効で、堆肥施用とともに大豆の収量・品質の安定化のためには重要です。

冬期積雪の少ない太平洋側における水稲・麦・大豆の2年3作体系は、大豆作の作型により麦の導入の可否が決まり、南部では基幹品種の晩播、中北部では極早生大豆品種「ユキホマレ」の晩播や基幹品種の立毛間播種を導入する必要があります。極早生大豆品種の導入にあたっては、導入品種の需要の把握が重要です。立毛間播種の導入にあたっては、雑草防除の安定化や播種作業の高効率化をさらに進める必要があります。

## 2. 地域の条件に応じた畑輪作体系

我が国では、北海道や南九州、関東地方などで、畑作を主体とする営農が行われています。畑作においては、複数の作物栽培を組み合わせる輪作体系を採ることが基本となります。輪作することで、農耕地の高度利用が図れるほか、連作障害の回避、土壌構造の改善、雑草発生の抑制など効果が期待できます。しかし、個々の作物の収益性の変化や高齢化、労働力不足等の要因によって、効率的で安定的な輪作体系をとることが難しくなっています。以下では、北海道と暖地・温暖地の畑作に分けて、輪作営農を行うためのキーとなる技術開発について紹介します。

### (1) 北海道における畑輪作体系

#### 1) 北海道の畑輪作体系の特徴

北海道の販売農家における畑面積は約77万haにおよび、田面積の約22万haを大きく引き離しています。この内、十勝地域は畑面積が約21万ha、農家数で割ると一戸当たり28.8haと全道の13.7haの二倍以上も大きく、まさに畑作王国といえます。十勝地域における畑作物としては、主にばれいしょ、秋まき小麦、てん菜、豆類の4作物により、子実作物と根部作物がバランス良く組み込まれ、いずれの品目が欠けても代替作物に困ることとなっています。輪作体系では、この順序で、ほぼ同面積ずつで輪作されていることが多く、本州には見られない80馬力のトラクタ等、大型機械による集約管理が基本となっていますが、農業の構造改革が求められる中、より一層の省力・低コスト化が求められています。ここでは、十勝地域を想定し、これまでに開発された技術を用いた新しい輪作体系について順に紹介します。

#### 2) ばれいしょ栽培の新技術

ばれいしょはその用途に応じて、食用、加工用(チップ、サラダ等)、でん粉原料用があり、品種も分けられます。近年、加工用ばれいしょの需要が増

表5 ばれいしょのソイルコンディショニング体系における労働時間/10a

作業	作業機	慣行体系	ソイルコンディショニング体系
種子予措	—	1.00	1.00
耕起	リバーシブルプラウ	0.23	—
整地	ロータリハロー (2)	0.24	—
	スプリングハロー	—	0.12
	ベッドフォーマー	—	0.12
	セパレーター	—	0.34
施肥・播種	ブロードキャスター	—	0.09
	ポテトプランタ	0.64	1.23
	トラック	0.01	0.01
除草剤散布	スプレーヤ	0.03	0.03
	トラック	0.01	0.01
培土	培土機	0.17	—
除草	種草取り	1.00	1.00
防除	スプレーヤ	0.18	0.18
	トラック	0.06	0.06
収穫	ポテトハーベスター1畝	5.61	—
	ポテトハーベスター2畝	—	0.88
運搬	トラック	0.05	0.05
	フロントローダ	0.30	0.30
合計		9.52	5.42
対慣行比		100%	57%

赤地は慣行より増加、緑地は慣行より減少

加傾向にあります。収穫時に石とイモを選別する作業に時間がかかり、作付け規模の拡大を制約しています。ソイルコンディショニング技術体系は、スコットランドより導入された技術で、ばれいしょの定植前に石、土塊を除去し、ばれいしょの生育環境を整えるとともに収穫作業の効率化を図ります（表5）。また、この技術体系では、全粒種イモの定植、定植と同時に培土する等、他作業の省略も兼ねており、労働時間が収穫作業を中心に4割削減できます。このため、早生のばれいしょ品種では、後作の小麦播種との連携がスムーズになります。

### 3) 小麦栽培の新技术

小麦は畑作物の中で労働時間が3時間を切っており、最も省力な作物であることから、近年作付けが伸び、適切な輪作体系の維持が困難になっています。さらに、収穫に用いる大型コンバインは域内共用となっており、合理的な収穫順序による品質の安定化が大きな課題となっています。そのため、人工衛星の画像を解析と地理情報を組み合わせることにより、小

麦の成熟度を科学的に明らかにし、最も効率的かつ雨害リスクの軽減を図る収穫順序を決定するシステムが開発されています（コラム⑤）。また、平成14年に育成された北海道で初の秋まきパン用品種「キタノカオリ」は、赤さび病やうどんこ病に強く、また、倒伏しにくいことから作りやすく、特産品としてのニーズも高まっています。

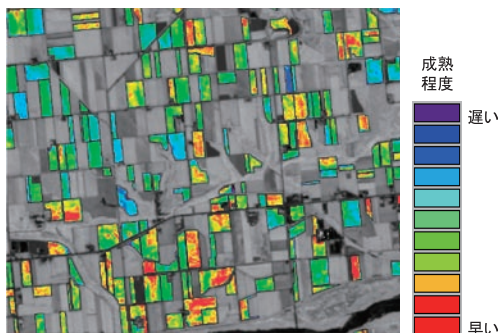
### 4) てん菜栽培の新技术

てん菜は砂糖の原料となる作物で、日本では北海道でのみ栽培されています。てん菜の栽培では、株立ちの確保、生育期間の延長を図るため、紙筒を使った移植栽培が普及し、現在、95%程度はこの移植栽培となっています。移植栽培は2-3月に苗を仕立てるとともに重労働であることから、直播栽培への切り替えが進められています。新しい体系では、鎮圧輪の幅を10cm程度まで狭めた畝幅鎮圧輪や全層施肥により出芽と初期生育を向上させ、45-50cmの狭畝栽培を行います（図9）。直播栽培は省力・低コストであるため、移植との収量差を

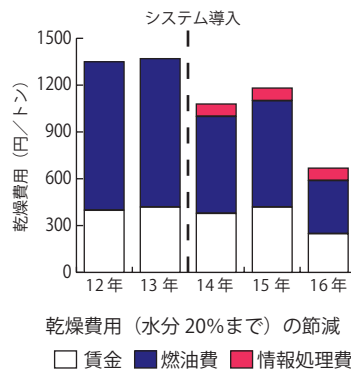
## コラム⑤

### 衛星情報を活用した小麦収穫システム

北海道では小麦の収穫時期に雨が降りやすく、収穫適期を過ぎた小麦が畑で雨に濡れることにより生じる穂発芽などの品質劣化が毎年心配されています。広大な小麦畑を限られた台数のコンバインで収穫する必要があるため、品質の良い小麦を収穫するためには収穫可能な小麦を的確に判断し、効率的に収穫する必要があります。北海道では従来、農家が各圃場を巡回・観察して収穫の順番を判断していましたが、それに費やす時間や労力に制限がある、畑の中の成熟ムラは判断できない等の問題がありました。そこで、北海道農業研究センターでは、人工衛星画像により小麦の成熟程度を広範囲に把握し、収穫の順番を決める技術を開発しました（下左図）。約4,000haの小麦圃場を共同収穫している十勝地域の芽室町にこの技術を適用したところ、乾燥施設受け入れの際に計測した子実水分のバラツキが適用前に比べ減少し、乾燥施設が効率的に運用され、乾燥に必要な費用が削減されました（下右図）。本技術は、2005年よりJAめむろが主体となり芽室町で実用化されています。



衛星データによる子実水分に基づいた小麦生育早晚マップ（カラーの部分が小麦作付圃場）



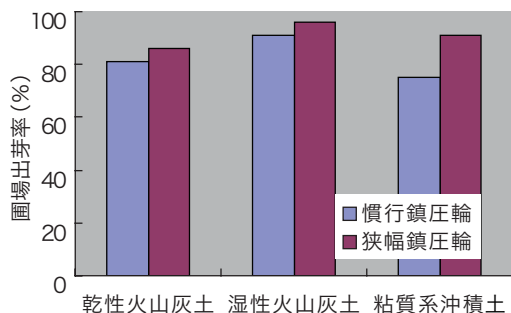
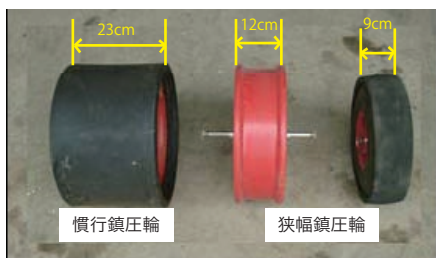


図9 狭幅鎮圧輪によるてん菜の出芽率向上

500kg/10a以下に抑えると、直播でも移植と同じ所得水準となります。

### 5) 豆類栽培の新技術

畑作地帯における豆類には、主に大豆、小豆、菜豆が挙げられますが、ここでは、大豆と小豆に関する新技術を紹介します。北海道十勝農業試験場では、コンバインでの収穫を効率化するために、①倒伏しにくい(耐倒伏性)、②刈り残さないように莢の付く位置が高い、③収穫作業中に莢が裂けて実が落ちないといった3つの特性を備えた機械化適性品種を開発しています。大豆品種「ユキホマレ」(平成13年育成)、「トヨハルカ」(平成17年育成)はともに、煮豆、納豆、味噌等の加工適性が高く、また、低温にも強いことから、栽培作業機械の効率化に貢献できます(図10)。また、小豆では、平成17年に育成した「きたろまん」は、低温年における収量

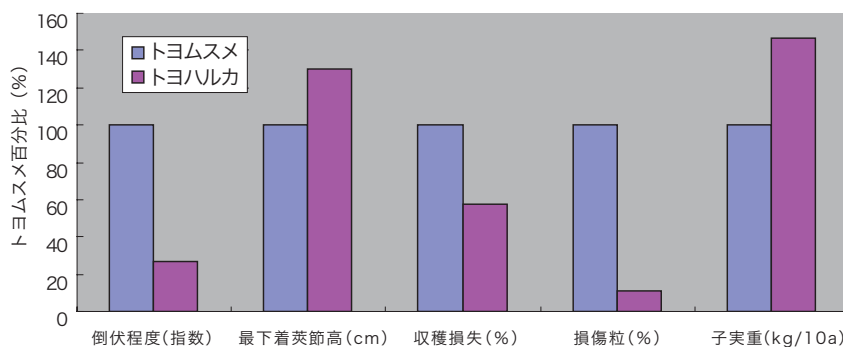


図10 機械化適性大豆品種「トヨハルカ」の農業特性  
(コンバイン収穫による結果)

が既存品種よりも安定的に1割程度多く、落葉病や萎凋病等の病害にも強く、小豆の安定生産に大きく寄与できます。

### 6) 今後の課題

これらの新技術を組み込んだ新しい栽培体系(図11)では、雪深い中から始まるてん菜の苗作りや8月から9月にかけてのばれいしょの収穫作業が大幅に改善され、労働ピークの緩和とともに10a当たりの労働時間が約4割削減されることが見込まれる(表6)ことから、小麦作への偏りが解消され4作物による適正な輪作体系が維持されます。北海道の畑作の低コストで、かつ持続的な発展に向けて、現在も研究開発が進められています。栽培技術では、緑肥導入による後作の減肥技術と線虫やばれいしょのそうか病抑制技術、小麦の収穫期判定とともにてん菜の糖分を予測する衛星リモートセンシング技術、播種機や収穫期の汎用化と不耕起栽培による低コスト化技術等が進められています。また、品種開発では、ばれいしょのシストセンチュウ抵抗性に加えて疫病やそうか病抵抗性を付与した品種、小麦の赤かび病抵抗性品種や穂発芽に極めて強い品種、てん菜の直播適性品種や黒根病抵抗性品種の開発が進められています。これらの技術を組み合わせることにより、一層の規模拡大、低コストが可能となり、欧米よりも降雨・降雪などの面で不利に置かれている北海道の畑作農業が益々発展することでしょう。

### (2) 暖地・温暖地の畑輪作体系における新技術

#### 1) 暖地・温暖地の畑輪作体系の特徴と環境保全型技術

我が国では、南九州や関東地方にも畑作を主体と



圃場区分	1年目			2年目			3年目			4年目		
	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
I	ソイルコン加工ばれいしょ		小麦			直播てん菜			大豆			
II	大豆			ソイルコン加工ばれいしょ		小麦			直播てん菜			
III	直播てん菜			大豆			ソイルコン加工ばれいしょ		小麦			
IV	小麦			直播てん菜			大豆			ソイルコン加工ばれいしょ		

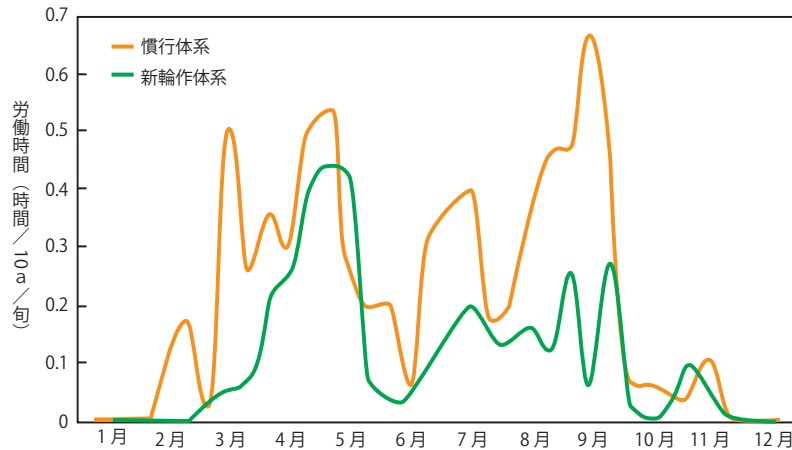


図 11 ソイルコンディショニング技術や直播技術を導入した4年4作大規模畑輪作体系の模式図（上）と慣行体系との旬別労働時間（想定）の比較（下）

表 6 新たな寒地畑輪作体系（試算値）と現状との経営規模、労働時間、生産費の比較

	現状	新体系
経営規模 (ha)	33	59
労働時間 (hr/10a)	7.6	4.1
生産費 (円/10a)	63,000	44,000

した営農が行われている地域があります。比較的温暖な気象条件を活かして、サツマイモや各種野菜類、飼料作物、タバコ、陸稲、ラッカセイなど多様な作物が作付けされています。北海道の畑作が大規模で、上記4作物を基幹とする輪作体系をとっているのに対し、暖地・温暖地の畑作は比較的小規模で、作付体系は作物の種類が多いこともあって多様です。しかし、様々な体系に共通する問題として、収益性の高い作物への作付け集中による連作障害の問題や化学農薬多投の問題があげられます。これらの解決に向けては、個別作物の品種や栽培技術の改良によるアプローチに加えて、輪作による問題解決へのアプローチも進めています。ここでは、化学農薬の使用を必要最小限とする環境保全的な輪作体系確立に向けたクリーニングクロープやリビングマルチの導入

研究について紹介します。

## 2) 新たなクリーニングクロープ

連作障害の主要因は、同一作物の作付けによる病害虫の被害拡大とされています。特に、土壌伝染性病害ならびに線虫害が問題となります。また、同じ養分吸収特性を持った作物を連作することにより、土壌中の養分バランスが崩れることによる生理障害も連作障害の要因とされています。従って、たとえ作物を切り換えても、同じ病害虫に犯されるものや養分吸収特性が類似したもの同士の組合せでは連作障害は回避出来ません。収益性等の問題から、輪作体系に導入出来る作物の選択範囲は狭まっています。そこで、連作障害回避等の機能を専らとするクリーニングクロープを導入する試みが進められています。当初、クリーニングクロープという用語は、過剰な土壌養分を吸収・除去する機能を持った作物という狭い意味で用いられていましたが、現在は、病害虫密度を低減する対抗植物としての機能を持ったものも、クリーニングクロープと呼ばれています。病害虫密度低減効果を持つクリーニングクロープの先駆的事例としては、1970年代前半に、神奈



図 12 矮性のクロタラリア（左：*Crotalaria breviliflora*）と従来のクロタラリア（右：*C. juncea*）

従来のクロタラリアは、ネグサレセンチュウ類には効果がないが、矮性クロタラリアはミナミネグサレセンチュウにも効果がある。

川県がダイコンのキタネグサレセンチュウに対してマリーゴールドを使い、世界で初めて対抗植物による線虫防除の実用化に成功しています。この他、クロタラリア、ラッカセイ、ギニアグラス、エン麦野生種などの有害線虫密度低減効果が知られています。この内、クロタラリアは、多くの作物に被害をもたらすサツマイモネコブセンチュウに有効で、マメ科植物であるため、緑肥としての効果も期待できます。しかし、従来知られていたクロタラリア (*Crotalaria juncea*) は草丈が高く、茎が強い繊維質で、刈り込みや土壌への鋤込みが困難でした。最近、九州沖縄農業研究センターでは、従来のものに比べて草丈が低く茎に柔軟性があるため、耐倒伏性が強くすき込み時の作業性に優れ、さらに対象線虫の種類が多く、線虫密度低減効果も高い矮性のクロタラリア (*C. breviliflora*) を見出しました (図 12)。この矮性のクロタラリアは、開花期には黄色の花が密生して咲き景観作物として利用できます。

対抗植物としての機能を持ったクリーニングクロープを利用する際の留意点の一つは、対象となる病害虫に限られていることです。例えば、ギニアグラスは、サツマイモネコブセンチュウには有効ですが、ネグサレセンチュウには効果がありません。既知の対抗植物が有効な病害虫に関する情報は、農林水産技術会議事務局がインターネット上で公開しているデータベース（農学情報資源システム・アグロペディア：<http://rms1.agsearch.agropedia.affrc>。

go.jp/menu\_ja.html) 等で調べることが出来ます。

また、クリーニングクロープを導入する際の問題点の一つは、緑肥や景観作物等に利用するとしても、ラッカセイなど一部の作物を除いて、それ自体では収穫物としての経済的な価値が低いいため、その栽培に伴う労力や経費の増加を受け入れる余地が小さいことです。ある程度収益性が見込める作物に強固な病害虫抵抗性を導入し、クリーニングクロープとしても活用するという方向が考えられ、この方向の研究として、サツマイモネコブセンチュウ抵抗性のサツマイモ品種「ジェイレッド」をニンジンの前作に導入して、ニンジンの被害を軽減するという九州沖縄農業研究センターでの取り組みが注目されます (図 13)。

### 3) リビングマルチの利用

現在、我が国の畑作農業においては、雑草防除を除草剤に頼る部分が大きくなっています。熱帯地域等でしばしば見られる間作や混作は、かつては我が国でも広く行われていました。間作、混作の一義的な意味は、作物の生育特性の差を利用した農耕地の有効活用ですが、圃場の被覆期間を延ばすことによ

高系 14 号  
(ネコブセンチュウ感受性)



ジェイレッド  
(ネコブセンチュウ抵抗性)



線虫被害



線虫被害なし

図 13 前作にサツマイモネコブセンチュウ抵抗性のサツマイモ品種ジェイレッドを栽培したニンジンの線虫被害軽減



図 14 サツマイモ畝間にリビングマルチとして大麦を導入した例

る雑草抑制という機能も持っていたと考えられます。収穫作業の効率等の問題から、我が国では間作、混作はほとんど見られなくなりましたが、最近、環境保全的な雑草管理の観点から、主作物と間作ないし混作し、被陰効果で雑草を抑制するリビングマルチと呼ばれる手法が注目されています。リビングマルチは、野菜類やトウモロコシ、ダイズ等の作物で様々な体系が試みられています。リビングマルチの場合も、主作物と共通の病害虫が無い、養分や光に関する競合を起こさないことが重要です。以下では、事例として、サツマイモに対する大麦のリビングマルチ利用体系を紹介します。

サツマイモは、生育後半には完全に圃場を覆い、雑草を被圧する効果の高い作物ですが、初期生育がやや遅く、生育初期に2回程度の除草剤処理を行うのが一般的です。春のサツマイモの移植時に、畝間に秋まき性の高い大麦を播種すると、短期間で畝間を覆い、雑草を抑えることが出来ます。また、強い

秋まき性のために、春播種では出穂せず、サツマイモの蔓が伸びてくる頃には、枯れてしまうため、サツマイモの生育に影響しません。未だ、雑草抑制効果の安定性や作業性などの課題は残されていますが、環境保全的作付様式として開発を進めています(図 14)。

### 3. 土地利用型農業における技術開発の課題

これまで、農業技術の研究開発は、その時々我が国農業の課題に応じ、その解決に貢献してきました。水稲・麦・大豆など土地利用型農業における技術開発の今後の方向を、水稲に関する技術開発の経過を事例として、浮き彫りにしてみたいと思います(図 15)。

まず、収量は、技術の発達によって、一貫して向上しています。国土の狭い我が国では、土地生産性の向上が重要な課題であり、多収品種、化学肥料、農薬などの技術開発によって、現在でも収量は向上し続けています。

また、農業労働人口の減少への対応や農業者の重労働からの解放を目指して、主に農業機械の開発・普及を通じて、労働時間も50年前の1/10程度まで短縮されています。

このように、これまでは、資材や機械等の多投入による集約化を進める方向の技術開発によって、社会の要請に応えてきたということが出来ます。しか

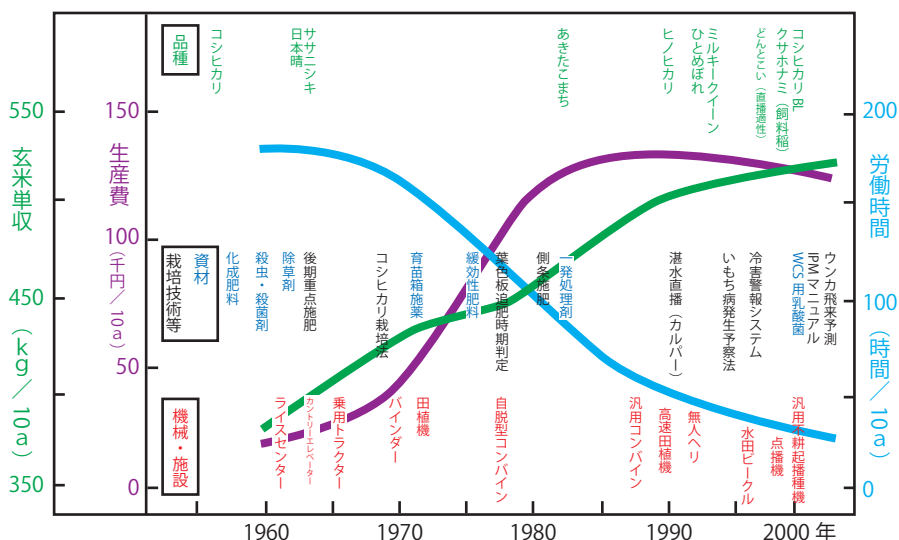


図 15 水稲の技術開発に伴う単収、労働時間、生産費の推移のトレンド

し、規模拡大を伴わない機械等の導入は、生産コストを押し上げ、1990年代以降も、生産コストは下がっていません。国際競争の激化が予想され、大規模な担い手の育成が課題となる今後の技術開発の方向は、この図からも明かだと思われます。即ち、これまで集約化の方向に進んできた技術開発の発想を、効率化の方向に大きく転換し、生産コストの画

期的な低減を図っていくことが必要です。このためには、作業機械の汎用化や病害虫抵抗性品種による農薬投入の低減などとともに、輪作体系など営農全体を考えた体系的な効率化技術を開発する必要があります。また、近年進歩の著しいIT技術の活用なども重要な課題と考えられます。

(執筆担当：福嶋 陽、大瀧直樹、中谷 誠)

### 図の出版

- 図1：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター  
図3：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター  
図4：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター  
図5：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター北陸研究センター  
コラム3：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター  
図7：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター  
図8：岩手県農業研究センター  
図9：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター  
図12：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター  
図13：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター  
図14：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター

### 本レポートの作成にご協力いただいた方々(敬称略)

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構

中央農業総合研究センター	梅本 雅
中央農業総合研究センター	三浦 重典
中央農業総合研究センター北陸研究センター	古畑 昌巳
北海道農業研究センター	石田 茂樹
北海道農業研究センター	岩田 幸良
東北農業研究センター	持田 秀之
東北農業研究センター	小泉 信三
東北農業研究センター	吉永 悟志
東北農業研究センター	天羽 弘一
九州沖縄農業研究センター	田坂 幸平
九州沖縄農業研究センター	和田 節
岩手県農業研究センター	荻内 謙吾
岩手県農業研究センター	及川 一也

## 『農林水産研究開発レポート』既刊リスト

- No.1 (2001.10) 麦の高品質化を目指して
- No.2 (2002. 1) イネゲノム情報を読む
- No.3 (2002. 5) 循環する資源としての家畜排せつ物
- No.4 (2002. 9) 機能性食品の開発
- No.5 (2002.12) バイオマスエネルギー利用技術の開発
- No.6 (2003. 3) 新たな用途をめざした稲の研究開発
- No.7 (2003. 5) 昆虫テクノロジー研究
- No.8 (2003. 9) 地球温暖化の防止に関わる森林の機能
- No.9 (2004. 2) 海洋生態系と水産資源－持続的水産資源管理の高度化を目指して－
- No.10 (2004.11) 食品の品質保証のための研究開発
- No.11 (2004.12) 食料・環境問題の解決を目指した国際農林水産業研究
- No.12 (2005. 3) 病害虫の総合的管理技術－化学農薬だけに依存しない病害虫防除－
- No.13 (2005. 7) 大豆の安定・多収を目指して
- No.14 (2005.11) 進化する施設栽培－大規模施設から植物工場まで－
- No.15 (2006. 3) イネで牛を育てる－飼料イネによる国産牛生産－
- No.16 (2006. 3) 魚と貝のバイオテクノロジー－安全で信頼できる魚と貝を目指して－
- No.17 (2006. 7) 野生動物による農林業被害を防ぐ技術
- No.18 (2006.10) 新たな用途をめざした稲の研究開発 平成18年度版

### 本レポートについてのご意見・ご感想を募集します

今後のレポート作成の参考とさせていただくため、皆様からのご意見・ご感想をE-mail、FAX、郵便などによりうけたまわっておりますので、下記宛までお寄せ下さい。

宛先：〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1  
農林水産省 農林水産技術会議事務局 技術政策課 広報班  
TEL：03-3502-8111 (内線5088)  
FAX：03-3507-8794  
E-Mail：www@s.affrc.go.jp

## インターネットでのご利用について

1 本レポートは、次のURLでご覧いただけます。

<URL> <http://www.s.affrc.go.jp/docs/report/report.htm>

2 前年度までに発行した本レポートのビデオ版「食と農の未来を拓く研究開発」は、次のURLでご覧いただけます。

<URL> <http://rms2.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/other/MediaDB/mediadb.html>

なお、ビデオ版DVD「食と農の未来を拓く研究開発」は、公立図書館等でもご覧になれます。詳細については、最寄りの施設へお問い合わせ下さい。

3 この他、農林水産研究成果等に興味をお持ちの方は、以下のURLをご覧ください。

農林水産省農林水産技術会議

<URL> <http://www.s.affrc.go.jp/>

研究成果情報

<URL> <http://www.affrc.go.jp/ja/db/seika/index.html>

農学情報資源システム AGROPEDIA

<URL> [http://rms1.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/menu\\_ja.html](http://rms1.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/menu_ja.html)

農林水産研究成果ライブラリー

<URL> <http://rms2.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/index.html>

プロジェクト研究成果シリーズ

<URL> <http://rms2.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/seika.html>

農林水産研究開発レポート No.19

「水田・畑輪作体系を進める効率的な新技術」

2007年1月26日

監 修 農林水産省 農林水産技術会議

編集・発行 農林水産省 農林水産技術会議事務局

〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1

TEL：03-3502-8111（代表）

FAX：03-3507-8794

印 刷 所 中島印刷株式会社

