

# S1

## 大規模農業の実態と防除技術

地方独立行政法人北海道立総合研究機構  
中央農業試験場 生産研究部長 竹中秀行

### はじめに - 近未来の北海道農業 - 日本の中の大規模畑作地帯

近未来の日本は現在よりも人口が減少し、気候変動の影響により、作物の生産環境が変化する。農業生産技術はこれらの変化に的確に応える最適解を目指さねばならない。日本の人口は2011年現在すでに減少に入っており、今後その減り方には拍車がかかる。地球全体の人口が発展途上国の増加によって40年先も増加し続ける見通しの中で、限られた耕地を活用し、どのような作物をどの程度生産するかについて、食料と資源の輸入国である日本は明確な意志と計画を持つ必要がある。

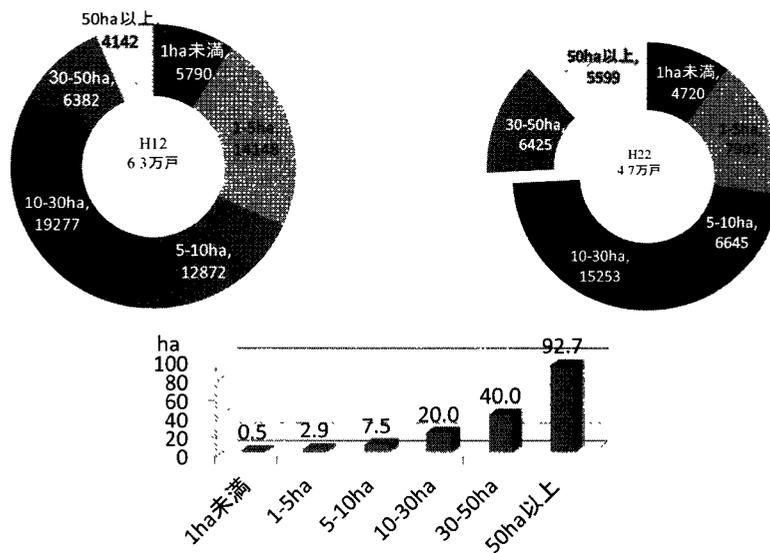


図1 北海道の1戸あたり経営耕地面積  
(上：階級別戸数，下：H22階級毎の平均面積 北海道農政部)

北海道も例外ではない。2000年に約28万人であった北海道の農村人口は2010年には18万人まで減少した。2005年時点の予測によれば2020年に11万人程度となる。これに伴い農家戸数も減少するが、年ごとに進む協業法人化も手伝い、2000年には約7

---

Current status and prospects of pest control technologies of large-scale farming in Japan  
Hideyuki Takenaka (Central Agricultural Experiment Station, Hokkaido Research Organization)  
As accelerating decrease of agricultural population in Japan is taking place, running cultivated acreage of each farmer consequently expands, especially in Hokkaido. To economize cost of production, large-scale farmers can use technology to decrease application dose of agrochemicals. Reduction of application dose also can cause reduction of working hours. Other innovative machine technology like “AMAZONE Smart Refill & Work-to-go: rational spraying operation system” introduced in AGRITECHNICA2011 can also lead the farmers to more reasonable solution in the near future.

万戸を数えていた販売農家数は、2010年には約4万6千戸となり、2020年には3万戸程度にまで減ることが予想される。一方、耕地面積は1990年の120万9000haをピークに減少してはいるが、2010年は115万6000haで、2020年も112万6000haと人口ほど急減はしないと予測している。

したがって、平均的な農家1戸あたりの経営耕地面積は、2010年の平均21.4haが2020年には27haまで増大し、なかでも大規模な畑作地帯である網走が41ha、十勝は48haまで増大する見通しにある。これはEU諸国で言うと現在の南仏、旧西ドイツ、スペインの平均耕地面積20~50haに匹敵する。面積規模別の増減を見ると、この10年間において1~30ha規模層の農家数が大きく減少し、30ha以上規模層が増加した。50ha以上層の面積は、2010年現在の時点で平均90haを超えており、100haを超える経営が相当数存在する(図1)。

すでに現時点で農業生産法人の平均作付面積は50haであり、100ha以上の法人数は368で法人総数の約13%を占める。また、最大規模は555haであり、法人の所有する土地が集落そのものと言える規模に達する例も少なくない。

ここまで、農村の人口減少による担い手減少とこれに伴う規模拡大について論じたが、生産環境の変化として気候変動を忘れてはならない。それは確実に進むと考えられる。例えば2030年代の北海道は現在よりも、月平均気温で平均2.0℃、5~9月の農耕期間で平均1.8℃の気温上昇が予測されている。日射量は現在の0.85倍に減少し、年降水量は1.2倍に増加、しかも6、7月に多雨傾向になると予想される。変動の結果として水稻をはじめとして秋まき小麦、大豆、てん菜など主要作物への影響が予想され、品種開発や高温・湿潤環境への栽培技術による適応が求められる。特に透水性の乏しい土壌における排水対策や毎年増える病害虫に対する防除技術の確立がそれである。

変化は生産環境にとどまらない。人口と食料生産量の関係上、日本が避けることの出来ない農産物輸入、これに関係した農政の変革、人口減少の面的な偏りによる過疎化とこれに起因する集落や地域の崩壊、地球環境に対応した温暖化ガス排出量削減など、今までと異なる新たな課題を抱え、今後我々はどうのように技術開発を進めるべきか。同時に起こる複数の困難な問題は回避できない事実として今後我々に対応を迫る。

一つの有効な解決方法としてIT技術の活用と精密農業がある。精密農業のコンセプトは、複雑で多様なばらつきのある農場に対して、ばらつきの管理を行うことによって収量と品質の向上により、収益性向上と環境負荷軽減などを総合的に達成しようとするこ

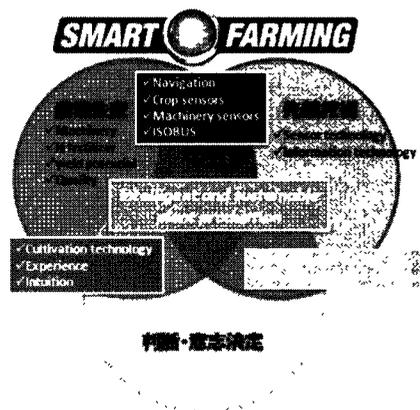


図2「スマートファーミングの概念」

とにある。ばらつきの管理にはリモートセンシング技術などを使った土壌肥沃度や生育むらなどのほ場マッピング、栽培モデル、営農モデルなどに基づく意志決定支援ツールとこれに基づく可変作業技術が要素となる。基本的な機械技術としてGPSが重要で、シーズンの各作業の履歴がマップデータとして蓄えられる、ばらつきを管理して得られた収量や品質もまたマップ情報として取得し、収益性だけでなく、地力維持や環境保全効果などの指標として評価される。欧米において、これらのコンセプトを実現する機械やシステムはメーカーまたは彼らと大学や研究機関との連携によって開発され、すでに実用化が行われ、普及が進んでいる。近年では機械1台あたりのパフォーマンスを電子化により向上させ、共通通信技術と電子制御技術をキーテクノロジーとして自動化するだけでなく、高精度に制御し、収益性向上と環境負荷軽減を図るスマートファーム「賢い農業」という概念が紹介されている。北海道においてもGPSとほ場ガイダンスシステムの普及が進み、平成23年時点で約1500台が普及し、システムによる作業の効率向上効果が岩手大学、帯広畜産大学、開発局など道内外で実証されている。GPSガイダンスシステムは今後さらなる普及が見込まれ、北海道はようやくIT導入の初期世代に入ったともいえる。このような中で防除技術もIT、電子制御技術の導入が進んでいる。

### 規模拡大と散布技術 減量散布と少量散布

経営規模拡大が進むと効率的経営、労働時間あたりの収益向上が強く意識される。作業の効率化とともに生産費の構造精査と無駄な費用の節減行動が起こる。

平成22年時点の北海道における主要な畑作物の費用合計は小麦が10a当たり4万9千円、てんさいが9万2千円、原料用ばれいしょでは6万7千円(表1)で、このうち農業薬剤費が9～13%を占める(図3)。経営全体に対するインパクトは大きいとは言えないが、労働時間の節減を伴うとその影響は大きくなる。

表1 H22農林水産省農業経営統計調査に見る全算入生産費とその内訳

	賃借料及び料金	農機具費	種苗費	肥料費	農業薬剤費	その他諸材料	その他	労働費	費用合計	全算入生産費
原料用ばれいしょ		12,318	12,225	10,640	8,413		10,074	13,654	67,324	79,285
てんさい		14,495		22,755	10,989	4,220	19,810	23,466	91,515	103,400
小麦	12,590	8,061		9,117	4,438		9,468	5,695	49,313	58,415

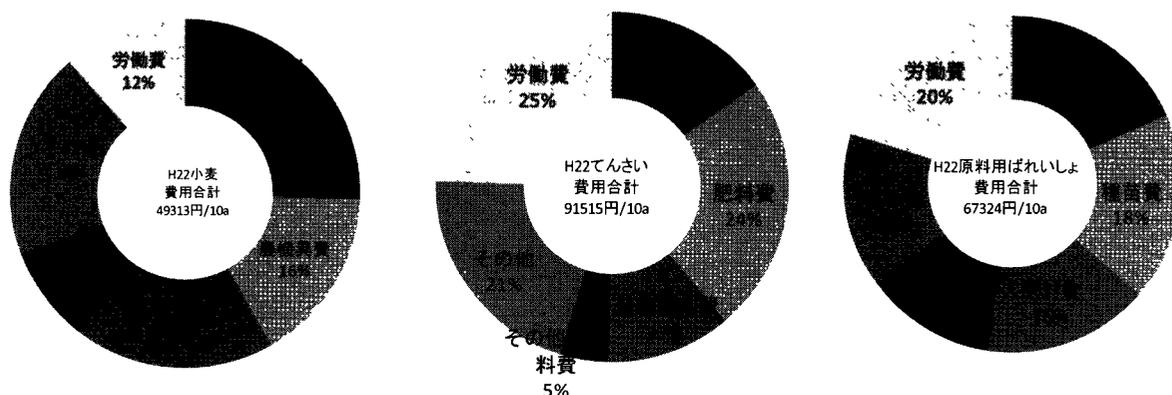


図3. 全算入生産費に占める農業薬剤費の割合(左から小麦、てんさい、原料用ばれいしょ)

このような資源や労働時間の節減に関する技術として減量散布や少量散布技術が有効であり、北海道では、環境負荷軽減技術としても位置づけられている。

減量散布技術は100%/10aを慣行散布量として、多量散布における農薬安全使用基準の希釈倍率のまま散布薬液量を減らす散布方法である。これに対して少量散布は多量散布と比較して高濃度薬液の25%/10a散布を行う技術である。いずれも水量は少なくなるので給水およびそのための移動時間の節減効果が期待できる。少量散布では一般に高濃度散布となるため、専用の登録が必要となるが減量散布は慣行の多量散布の希釈倍率のまま散布量だけを減らすので、特別な登録を必要としない。少量散布は少水量であっても確実に対象に付着し、防除効果を発揮するため、多量散布とは異なる専用ノズルを用いる。

減量散布を行う場合、速度連動装置があれば散布量設定を調節して、簡単に行うことができる。速度連動に対応していないブームスプレーヤーでは、80%/10aの場合は散布圧力を変えずに、作業速度を100%/10a散布時の25%増しとなるよう、トラクタのエンジン回転数または速度段数を設定する。60%/10a減量散布の場合は同様に67%増しとするが、作業速度が2m/sを越える場合は、散布圧力を若干低下させ、再計算して散布速度を設定するという手続きをとる。このようにして行った減量散布技術の効果は小麦、ばれいしょ、てんさいについて特定の対象病害虫に対する薬剤と散布量の設定に対して確認されている。表2に現行の典型的な畑作の個別経営を想定し、減量散布による慣行に対する農薬費節減効果の算定例を示す。この例では農薬費だけで1経営あたり年間76,800円の節減効果が試算された。1haあたり2560円の節減効果で、30haのうち豆類を除く24haに要する全算入生産費1630万円に対する影響は0.5%、農薬費に対する影響は4.2%と微々たるものではあるが、減量散布技術に期待できる削減効果は薬剤防除コストの削減以外にも2つあり、環境への農薬投下量の削減、大規模経営では特に農薬散布作業時間削減の果たす効果が大きい。

表2. 減量散布による農薬費の削減例

作物	作付面積 (ha)	対象 病害虫	薬剤名	散布量 (L/10a)	散布回 数	農薬費削減額 (円)
小麦	10	赤さび病	プロピコナゾール乳剤	60	1	14,800
ばれいしょ	6	疫病	マンゼブ水和剤	80	2	4,080
			フルアジナム水和剤	80	2	10,560
てんさい	8	褐斑病	マンゼブ水和剤	80	2	5,440
			ジフェノコナゾール乳剤	80	2	15,520
		ヨトウガ	アセフェート水和剤	80	3	26,400
豆類	6	—	—	—	—	—
合計	30					76,800

註1. ヨトウガに対する散布薬液量は褐斑病との同時防除を考慮し、80L/10A散布として計算

### 先進的な防除作業効率化技術のあれこれ

世界の農機技術開発のトレンドはアグリテクニカに現れる。アグリテクニカは1985年開催以来、2年毎に開催され、現在のトレンドと、将来方向を発信するプラットフォーム的役割を果たす農業機械技術の展示会である。会場はドイツのハノーファにあるメッ

セ会場で、主催者発表によれば今年は出展社2748, 来場者41万5千人, フランスのSIMA, イタリアのEIMA, スペインのFIMAを超える名実ともに世界最大級の国際展示会である。主催機関のアンケート結果によれば来場者の55パーセントは経営農家で、うち23パーセントが50ha未満, 23パーセントが51~100ha, 42パーセントが101~1000ha, 残り12パーセントが1000ha以上の経営規模という。

大型機械の並ぶ中で、肥料や農薬の効率的散布システムの展示も多く、毎回優秀な開発に与えられる金賞、銀賞を受賞したものの中からいくつか紹介したい。

#### AMAZONE Smart Refill & Work-to-Zero

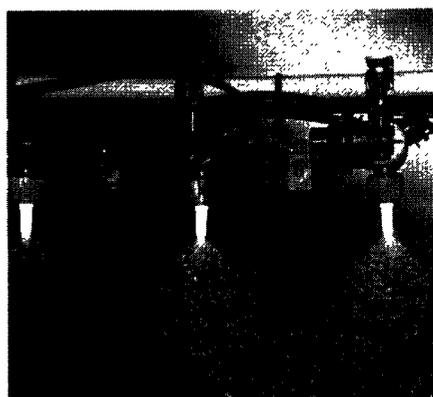
アマゾネ社が提供する新型のブームスプレーヤ制御端末に組み込まれているソフトウェア「AcuraSpray」のモジュールとしてSmart RefillとWork-to-Zeroがある(図4)。

Smart Refillは薬液タンクへの水供給時間を最適化してタンク残液量を最小限とするシステムと、散布を要する面積と防除通路距離をタンク内残液量と比較して空走りを最小にするために最適な水補給時間をオペレータに知らせるシステムである。タンク内薬液残量が防除通路の残り距離に見合わない場合は事前に再補給を指示し、行程途中で補給することで無駄な空走を防止する。

Work-to-Zeroは最後の行程で残り面積に均等に薬液を散布しきって残液量を最小とするシステムで、残りの面積と残液量を計算し、自動的に減量散布を行う。残液量に対して残りの面積が小さすぎると、散布量が既定値を超えるおそれがあるが、残りの散布面積を精度良く計算することができるので、最終行程の補給水量を散布面積に対し安全側に精度良く設定できる。



図4. AMAZONE Smart Refill & Work-to-Zero



No further mal-  
function of indivi-  
dual nozzles:  
Lemken (left),  
teejet (above) and  
Inuma (no picture).

図5. Nozzle function monitoring by sensors

イヌーマ社, ティージェット社, レムケン社によるノズルファンクションモニタリングシステムはノズル毎の吐出量をセンサでチェックするシステムで, 散布中であっても損傷したノズルや詰まりを生じたノズルがモニタで特定できる(図5)。

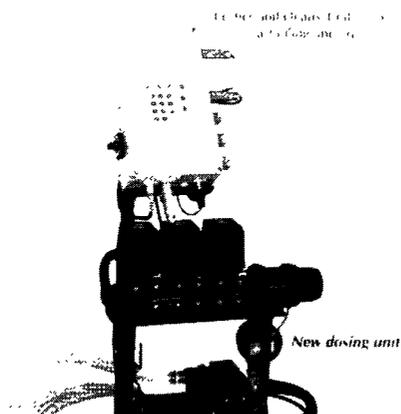
#### AMAZONE BoomWash

アマゾネ社のブームウォッシュはスプレーヤのブーム自動洗浄システムである。防除が終わると薬液が乾燥してしまわないうちに自動的にスプレーヤのブームの外回りをノズルで洗浄し, オペレータは薬液に一切触れないで作業ができる(図6)。



Automatic cleaning of the boom

図6 AMAZONE BoomWash



New dosing unit

図7. Agrotop Dosing unit  
for liquid plant protection agents

#### Agrotop Dosing unit for liquid plant protection agents “Quantofill M”

アグロトップ社のQuantofill Mは原液容器から所定量の液剤を吸い上げて適正濃度になるように薬液タンクに自動投入するシステムである。同時に5種類の薬剤を各々調量することが可能で, 投入後は最終投入時にフラッシュ機能で自動洗浄する。空容器のすすぎ洗いを行い, すすぎ液は防除機へ送ることができる(図7)。

## Agri Con P3-Sensor

アグリコン社のP3センサは超音波を用い、外部光に影響を受けることなく草丈やバイオマス量を検知することができる安価でロバストなシステムである。作物学を応用したアルゴリズムとの統合により、作物の状況に応じた精密な可変散布が可能となる。

作物の立毛状況に合わせて散布作業速度、散布圧力、散布量を調節することができる。低コストなセンサをスプレーヤのブームに後付するだけで良い(図8)。

Site-specific spraying of growth regulators (and maybe more)



図8. P3-Sensor  
(Precision Plant Protection Sensor)

## 北海道における研究開発の動き

防除作業効率化技術の開発は日本国内でも見られ、農研機構北海道農業研究センターでは「株式会社やまびこ」と共同で農薬の自動混合システムを開発している(図9)。コンセプトはタンク洗浄を不要にすることによる省力化、必要量の農薬のみを注入することによる農薬節減、洗浄水減量による環境保全、農薬適正利用システムとの連携によるコンプライアンスの担保としている。同様のシステムは前出AGRITECHNICAの展示の他にもDanfoil社やHardi社にも見られる。村上らが自動混合システムを搭載した実機による少量散布技術の評価した結果では調製、洗浄、補給時間に省力効果が現れている(図10,図11)。また、トラクタの運転席からインターネットに接続し、農薬情報の確認、記録、最適希釈倍率を自動設定するシステム環境が考案されている(図12)。

### 国内の農薬混合装置



### 少量散布・混合装置による省力効果



図 (株)やまびこの農薬混合装置  
(上 直装式用、下 牽引式用)

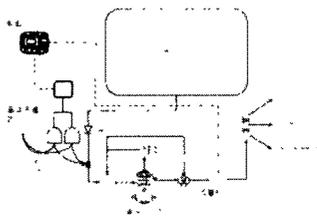


図 (株)やまびこの農薬混合装置の概略図

図9 国産農薬混合装置の概略  
(北農研センター)

表 やまびこ開発機による  
現地(鹿追)調査

	少量散布 自動混合 機	慣行散布
調査日	2009/7/11	2009/7/17
圃場面積	0.7ha	2.5ha
畦幅長さ	316m	238m
作業時間		
散布	4:53"	3:35.7"
巡回	1:14"	6:00"
移動	7:41"	28:02"
調整	5:32"	0"
洗浄	8:12"	11:19"
補給	7:42"	18:07"

注)慣行散布(100L/10a)、少量散布(25L/10a)

表 年間防除作業時間の試算結果

	少量散布	慣行散布
圃場作業量 (ha/h)	4.06	2.68
防除回数 (回)	10	
内訳		
除草防除 (回)	1*	1
病害虫防除 (回)	8	8
枯草刈 (回)	1*	1
散布回数 (回)	7	
年間作業時間 (h)	17.8	26.2
省力効果 (%)	67	100

\*十勝管内のトヨシロ(中早生) 圃場7haを想定した。

図10 混合装置使用による少量散布の省力性  
(北農研センター)

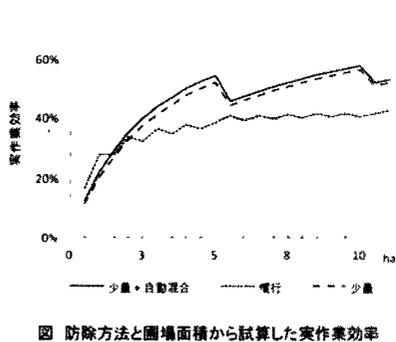


図11 混合装置を使用した少量散布の省力効果(北農研センター)

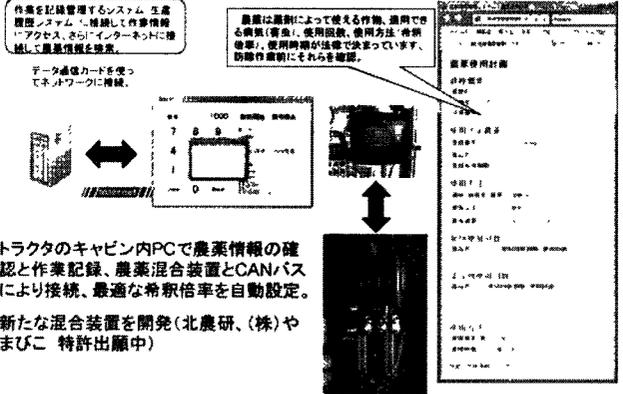


図12 情報技術と防除機の融合(北農研センター)

技術開発の展開方向

2012年現在、北海道の大学をはじめとする農業系および工業系研究機関が連携強化を進め、さまざまなIT、ICT農業に関する技術革新に取り組んでいる(表3)。

防除関係では画像処理、ロボット研究領域の技術応用による病虫害予察の自動化検討が進められている。経営規模拡大過程における農地集積は集約的に進まないことが多く、飛び地や虫食い状に配置された数多くのほ場に作付けされた作物の診断をきめ細やかに行うことは非常に困難となる。農業にマッチした低コストでロボスタな予測・診断システムの開発が期待される。

今後北海道の経済発展に大きく寄与していくために、さらに地域の指導機関とも連携して、新技术を用いた実用的なシステムを構築していくことが急務である。

表3 北海道における機関連携による研究開発と普及の例

研究課題名	実施年度	実施機関
稲麦大豆等土地利用型農業における自動農作業体系化技術の開発(アシストプロ)	H22-26	北大・農研機構 国内メーカー
農業機械におけるシンプル化と情報化・高度化を両立する通信制御技術共通化技術の開発	H23-27	北農研センター 道総研(農・工) 国内メーカー
国産小麦可変施肥技術の確立	H21-22	国内メーカー 北大・道総研
ばれいしょ栽培における適切な播種精度の解明	H23-25	道総研
ISO-BUS対応次世代型国産作業機群の開発	H24-	道総研(農・工) 道内メーカー
大規模IT農業プロジェクト シーズ活用先端技術開発(自律走行、生産履歴システム、画像処理)	H23-	北農研センター
先端技術を活用した次世代農業確立普及事業	H23-25	北海道