

農業と科学

平成22年1月1日(毎月1日発行)第615号  
昭和31年10月5日 第3種郵便物認可

〒101-0041 東京都千代田区神田須田町2-6-6  
発行所 ジェイカムアグリ株式会社

編集兼発行人: 山岡和美  
定価: 1部70円

# 農業と科学

JCAM AGRIC. CO., LTD.

2010  
**1**



The future of New farming

## 本号の内容

§ 変化にスピーディーに対応し農業に貢献を! ..... 1

ジェイカムアグリ株式会社

取締役副社長 守能祥吉

§ 元素濃度による果実の産地判別 ..... 2

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所  
果実鮮度保持研究チーム

井上博道

§ 六条大麦の被覆尿素を用いた全量基肥施肥法 ..... 7

福井県農業試験場 生産環境部

主 事 細川幸一

## 変化にスピーディーに対応し農業に貢献を！

ジェイカムアグリ株式会社

取締役副社長 守 能 祥 吉



新年明けましておめでとうございます。

平成22年の年頭にあたり本誌をご愛読頂いております皆様一言ご挨拶を申し上げます。

昨年は弊社にとりまして大きな変化の年でありました。平成21年10月1日にチッソ旭肥料(株)社と三菱化学アグリ(株)社が合併し新会社「ジェイカムアグリ株式会社」が発足しました。肥料の開発・製造・販売の事業基盤を一層強化し日本の農業に貢献し続けられる体制を目指しお客様の信頼に答えられる新社としたいと考えておりますので何卒よろしくお願い申し上げます。

わが国の経済は一部持ち直した動きはあるものの依然として経済対策で効果が表われた中国などの外需に依存するところが強く設備投資・個人消費・雇用といった内需は厳しい状態が続いております。景気には比較的左右されにくいとされていますが農業分野におきましても畜産・園芸・果樹の分野などにおきまして少なからず影響を受けていると認識しております。

近年の農業また肥料事業環境の特徴は変化が景気に左右されやすくなった事、またその幅が非常に大きくなった事ではないかと思えます。具体的には一昨年からバイオエタノール用向けの穀物生産に関する動きです。世界経済の拡大⇒化石燃料の需要拡大⇒代替燃料(バイオエネルギー)の需

要拡大⇒バイオ燃料用の穀物生産拡大⇒肥料需要の増大⇒肥料原料の高騰が起きましたが世界経済が縮小に向かった一昨年の後半より上述した事象が逆に流れ結果として国内外を問わず肥料価格の変動の幅は過去になく大きなものとなりました。

一方で食料生産の重要性(とくに国内自給率の向上)が再認識されたのも事実であり今後その議論が活発になる事を期待するものであります。またリン酸・加里をはじめとした肥料原料資源の重要性と資源国の動向も再認識されたのではないのでしょうか。今後は一層資源の有効利用が食料確保を達成する意味からも重要となると考えられます。

「ジェイカムアグリ社」は農業また事業環境の変化にスピーディーに対応するとともに土中でゆっくり効く化学肥料、植物生育に合わせて肥効を調節できる被覆肥料などを取り揃えさせていただいております。

今後とも新会社一丸となって皆様のご期待に沿う様努力いたす所存でございます。皆様がたには倍旧のご指導ご鞭撻を賜れば幸甚でございます。

最後になりますが本年も本誌「農業と科学」のご愛読を深くお願い申し上げますとともに皆様方のご多幸とご繁栄をお祈り申し上げます。新年のご挨拶とさせていただきます。

## 元素濃度による果実の産地判別

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所  
果実鮮度保持研究チーム

井 上 博 道

### はじめに

永年性の果樹は温度や栽培環境の影響を長期間受けるため、それぞれの樹種で栽培適地がある。カンキツは温暖な地域で、リンゴは寒冷地地というように、それぞれの樹種の栽培適地において産地が形成され、栽培された果実がその後何十年と供給されることになる。それに合わせて果実を出荷する産地がそれぞれの特産品をアピールすることにより、例えばミカンでは和歌山、愛媛、静岡など、リンゴでは青森、長野など、果物の種類によって特定の産地がイメージされるようになる。その結果として果実販売における「産地」は、果実の「品質」とともに重要な情報になっている。果実の「産地」の違いは、日本国内の産地間ではあまり差がないものの、日本産と外国産とでは価格に影響する。特に近年日本産果実の輸出が増加している海外市場においては、顕著に価格差に表れている。その日本産果実と外国産果実との価格差を狙った産地偽装が近隣諸国の海外市場で問題になりつつあり、果実の産地を判別する技術が必要とされている。

### 産地を判別するには

果樹の場合、産地によってその地域(県)独自の品種を栽培している例がある。各県の試験研究機関で育成された品種の一部では育成した県内限定で苗木販売を行うことにより、品種の違いで他産地との差別化を図っている。このように産地によって栽培品種が異なる場合にはDNA等を利用した品種判別技術が利用でき、限定品種の外部への流出がない場合には品種を判別することで産地を特定することが可能である。しかしながら、全国あるいは世界中で広く栽培されている品種では品種判別技術は使えないので、果実そのものから産地を判別する必要がある。圃場で生産される農

産物は大部分の元素を生育に要・不要に関わらず栽培土壌から吸収する。そのため、栽培された土壌中の元素濃度組成に違いがあれば作物に反映されることが予想される。そのことを利用し、元素濃度組成や元素の同位体比などを用いた産地判別法が検討されている。永年生作物等では茶、コーヒー、ワインなどの加工品で、産地によっても価格差がある嗜好品のようなものに産地判別が試みられている。果樹関連ではオレンジジュースの例があるものの、生食用果実での産地判別方法がこれまでなかった。そこで我々は、特に産地偽装が懸念される樹種を対象に元素濃度を用いた産地判別技術の開発を行った。

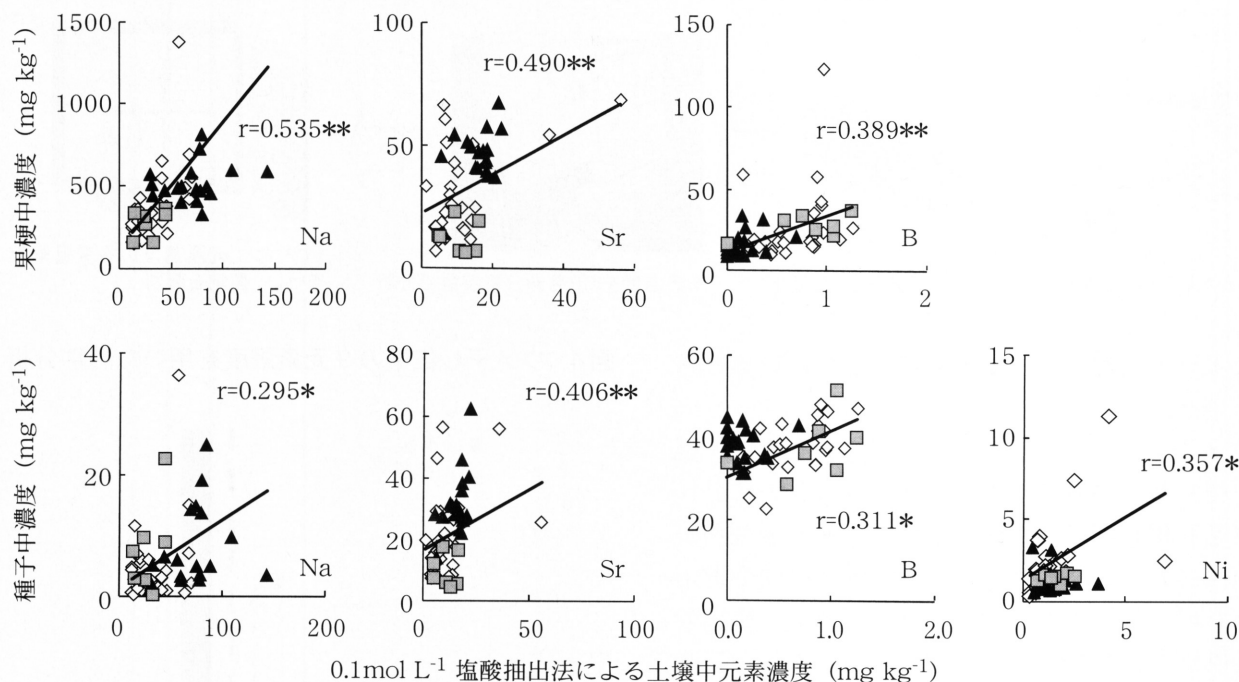
### 栽培土壌と果実中の元素濃度との関係

前述のように、栽培された土壌の元素濃度に違いがあれば作物にもその違いが反映することが予想される。そこで、栽培土壌と果実中の元素濃度との関係について検討した。ここでは $0.1\text{mol L}^{-1}$ 塩酸抽出法による土壌中元素濃度と果梗および種子中の元素濃度との関係をニホンナシの「二十世紀」を例にとり、図1に示した。果梗ではNa, Sr, Bの3元素で、種子ではNa, Sr, B, Niの4元素で正の相関がみられた。果梗で相関が認められた元素についてはいずれも種子よりも相関係数が高かった。ここでは土壌の各種抽出法による検討は行っていないが、それぞれの元素の可給性に依じた抽出法で分析することにより、さらに多くの元素について土壌と果実中元素との相関がみられることが予想される。

### 産地を判別する手順

果実中の元素濃度とその果実が栽培された土壌の元素濃度に影響を受け、複数の元素で相関関係が見られることが確認できた。我々はこれまで、ウメ(ウメ干し)、リンゴ、ニホンナシでの産地

図1. 土壤中元素濃度と「二十世紀ナシ」の果梗および種子中元素濃度との関係



判別技術の開発を行ってきたので、それらについての元素分析および産地を判別する場合の具体的な手順について説明する。

ウメ干しの場合、ウメを塩漬けて干した後、塩抜きして調味液に漬ける（調味ウメ干し）ことが多いことから、この過程において、果肉の元素組成が添加された塩及び調味液の影響により変動することが予想される。一方、ウメの核中の仁では、果肉に比べ塩蔵による元素の変動が小さいことが確認されている。そこで、ウメ干しでは果肉から核を分離し、万力等を用いて核の中からとり

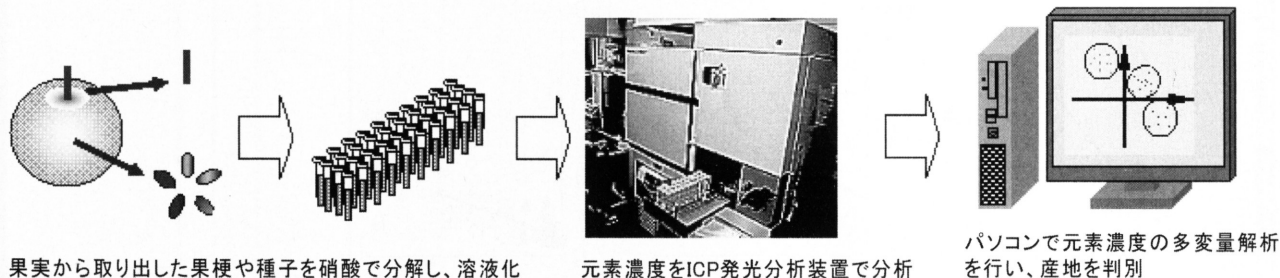
だした仁の中の元素濃度を分析した。リンゴやニホンナシの場合、果肉や果皮に比べ果梗や種子の元素濃度が高く（表1）、産地の違いを反映しやすいと予想し、果梗や種子からの産地判別を試みた。その手順は、果実から果梗や種子を取り出し、硝酸で湿式灰化して溶液化後、ICP発光分析装置で元素分析を行った。この際、リンゴの種子や果梗の湿式灰化ではテフロン容器にサンプルと硝酸を入れ、電子レンジにかけて湿式灰化を行う方法を用いた。将来的には、蛍光X線等を利用し、非破壊で特定の部位の元素濃度を分析するこ

表1. 「ふじ」の部位別元素濃度 (mg kg<sup>-1</sup>) の例

部位	B	Mn	Fe	Cu	Zn	Sr	Ba	Ni	Al
果梗	28	17	117	14	16	51	48	n.d.*	133
果肉	14	1.6	8.0	2.3	1.4	1.0	0.51	n.d.	2.7
果皮	16	5.7	17	6.1	4.3	1.0	0.69	n.d.	14
種子	41	40	62	17	30	7.3	4.9	0.25	n.d.
果梗	36	8.5	56	7.0	6.9	32	36	n.d.	29
果肉	19	4.3	10	3.2	2.1	1.0	0.92	n.d.	6.4
果皮	29	4.3	15	7.9	2.7	4.9	3.5	n.d.	12
種子	40	42	55	21	38	5.3	5.2	0.10	1.0
検出限界	0.26	0.20	0.09	0.07	0.20	0.01	0.01	0.09	0.05

\* n.d.は検出限界以下

図2. 産地判別の手順



とによって産地の判別が可能にできればいいと考えている。

ウメ干し、リンゴやニホンナシは元素分析後に、得られた多数の元素濃度をパソコンの統計ソフトを利用して多変量解析を行い、産地を判別した(図2)。この手順では、乾燥後の果梗や種子があれば、最短1日で産地を推定できる。果実の産地判別を行う場合、果肉で行う方がカットフルーツにも対応できるのでいいのではないかと、思われるが、果肉の場合は水分を多く含み、乾燥(あるいは凍結乾燥)に時間がかかり、元素濃度が他の部位より低く、栽培土壌との関連性も他の部位と比べて低い、といったことから産地判別に用いる部位としては適当でないと思われる。

ウメ干しの産地判別

現在輸入されているウメ干しの原産地はほとんどが中国なので、市販されているウメ干しの状態

図3. 日本産と中国産のウメ干し仁中のSr, Ba濃度

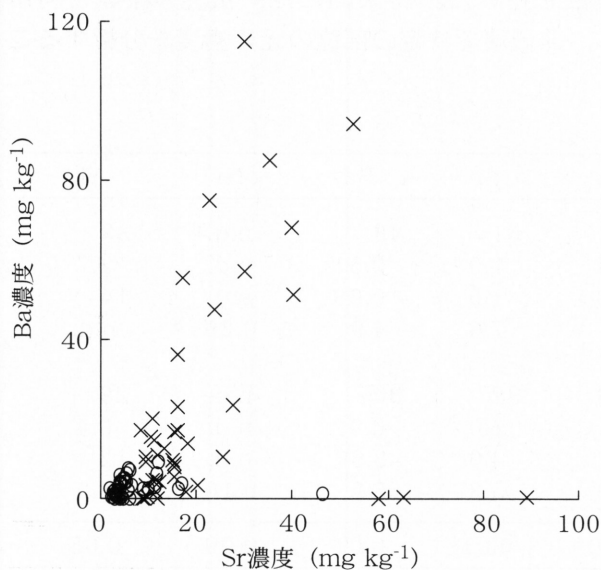
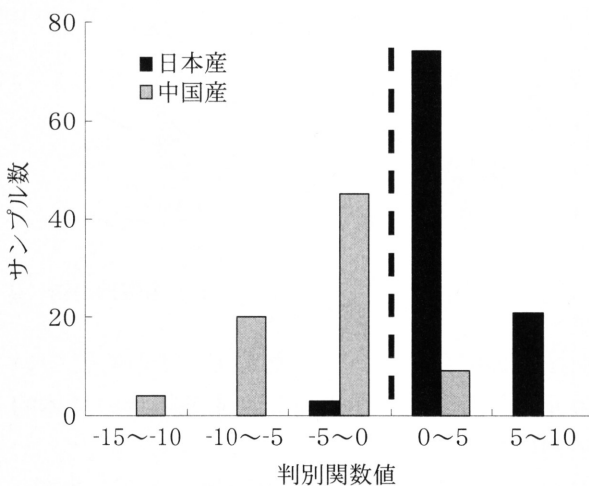


図4. ウメ干し仁中の9元素濃度を用いた判別分析



で日本産と中国産を判別する技術がこれまで必要とされていた。そこで、元素濃度から解析を行ったところ、ウメ干しの産地を日本産か中国産かに判別する場合にはSr濃度に注目すれば、ある程度産地を判別できることが分かった。日本産と中国産のSr, Ba濃度には大きな違いがあり、特にSr濃度では、8.0mg kg<sup>-1</sup>を境にすると両者の大部分が分かれた(図3)。ウメ干しサンプル仁中の9元素(Mn, Zn, Fe, Ni, Ba, Sr, Cu, Co, Cr)を用いた線形判別分析を行った(図4)。その結果、判別関数値が0以上では日本産と判別され0未満では中国産と判別されるが、日本産98サンプルの中で中国産と誤判別されたのは3サンプル、中国産78サンプルの中で日本産と誤判別されたものは9サンプルであり、全体の判別率の93.2%であった。このことから、仁中のSr濃度を分析することで、あるいは仁中微量元素濃度を分析して得られた値を判別関数式に代入することで、未知のウメ干しの産地推定は可能と考えている。

図5. 線形判別分析による「ふじ」の日本産と外国産との判別

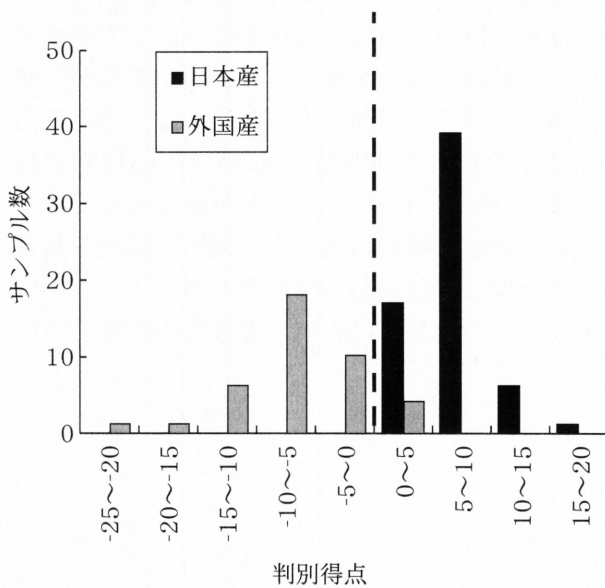
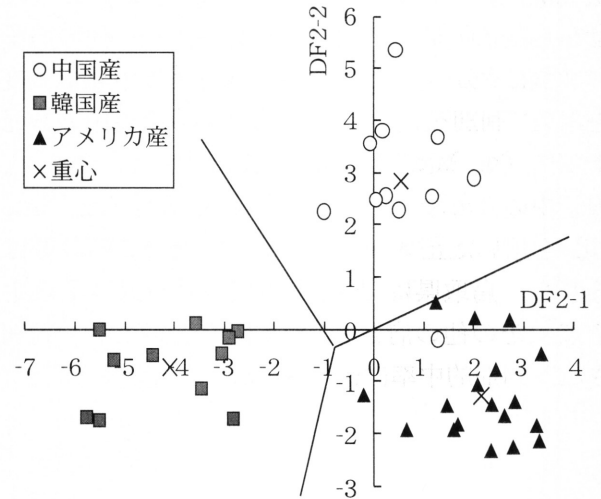


図6. 中国産、韓国産、アメリカ産の「ふじ」の判別分析

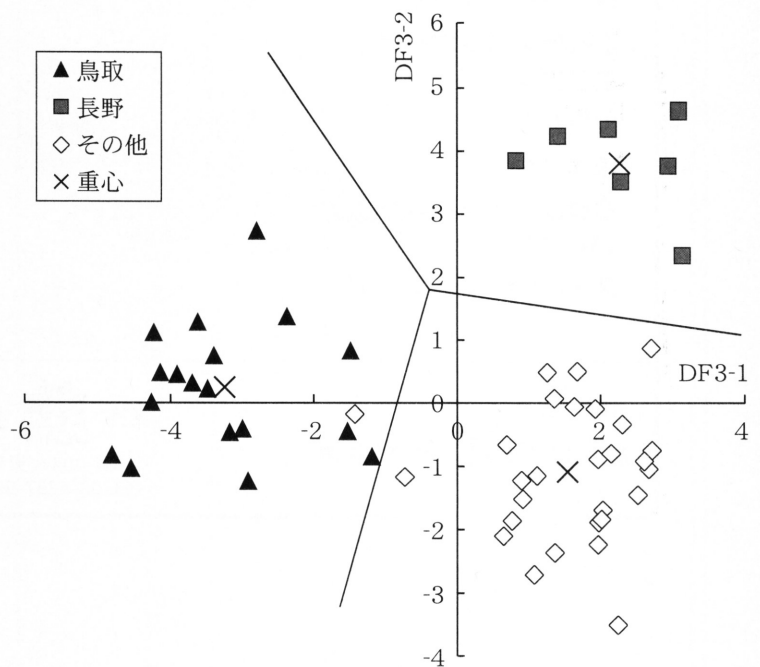


次にニホンナシでの例について説明する。ニホンナシでは様々な品種があるが、いろんな品種を含めて産地判別を試みるとうまく産地ごとに分けることができず、精度の高い判別を行うには品種ごとに行う必要があると考えられた。そこで、ニホンナシでは海外に多く輸出されている「二十世紀」に品種を限定し、産地判別を行った。「二十世紀」は外国ではあまり栽培されておらず、外国産の「二十世紀」サンプルを多く入手することは

リンゴ、ニホンナシの産地判別

リンゴの場合、日本から輸出される主な品種であり、海外でも多くの国々で栽培されている「ふじ」についての産地判別を行った。「ふじ」の果梗および種子中の各7元素 (B, Mn, Fe, Cu, Zn, Sr, Ba) を用いた線形判別分析では、日本産63サンプル全てと外国産40サンプル中36サンプルは正しく判別され、判別の中率は96.1%であった (図5)。日本産リンゴの主な輸出先 (台湾, 香港など) を考慮すると、競合相手としてアメリカ産, 中国産, 韓国産が挙げられる。そこで外国産の中でこれらの産地の判別が可能かどうかを検討したところ、果梗中10元素 (B, Mn, Fe, Cu, Zn, Sr, Ba, Ni, Al, Ti) と種子中8元素 (B, Mn, Fe, Cu, Zn, Sr, Ba, Ni) を用いた正準判別分析により、中国産の1サンプルがアメリカ産と誤判別された以外は全て正しく判別され、判別の中率は97.5%であった (図6)。これらのことから、果梗と種子の元素濃度を用いることにより精度良く産地を判別できると考えられる。

図7. 「二十世紀」果梗中9元素と種子中8元素を用いた判別分析



ほとんど不可能であるので、日本産と外国産との比較は困難である。そこで、「二十世紀」の収穫量から栽培地域を鳥取県、長野県、その他の府県の3つに区分し、国内の主産地を果実中元素濃度を用いて判別を行った。その結果、果梗中の9元素 (P, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Sr, Ni) と種子中の8元素 (P, Mg, Ba, B, Zn, Cu, Mn, Ni) を用いた正準判別分析を行ったところ3群は分離し、鳥取県は18点中18点、長野県は7点中7点、その他の府県は28点中27点が正しく判別され、判別率的中率は98.1%となった(図7)。

### おわりに

現在のところニホンナシやリンゴについては、他の品種では新たに判別関数を作り直して産地の判別が可能かどうかを検討する必要があるが、他の品種においても同様の方法が使えるものと考えている。これらの判別技術はDNAの品種判別技術のようなほぼ100%の判別が可能なものではないため、判別分析の結果のみで果実の産地を断定することはできないが、産地表示のチェックを行う方法の一つとしては利用できるものと考えている。

## 2つの繋がりが、豊かな農業の未来を創ります。

チッソ旭肥料(株)と三菱化学アグリ(株)が一緒になって、  
新たに「ジェイカムアグリ(株)」としてスタートしました。

### ●コーティング肥料

LPコート® エムコート®  
エコロング®  
苗箱まかせ®

### ●緩効性肥料

CDU® ハイパーCDU®  
IB®(アイビー®)  
スーパーIB® グッドIB

### ●化成肥料

燐硝安加里® 硝燐加安  
硫加燐安 燐加安

### ●培土

園芸用育苗培土 ~~5作~~  
苗箱りん田®  
水稲用育苗培土

供給: JAグループ

農 協 | **全農** | 経済連

発売:  **ジェイカムアグリ株式会社**

〒101-0041 東京都千代田区神田須田町2丁目6番6号  
TEL.03-5297-8906 FAX.03-5297-8908



# 六条大麦の被覆尿素を用いた全量基肥施肥法

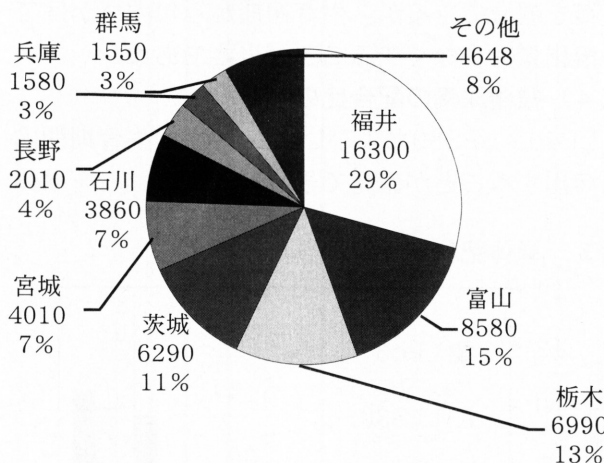
福井県農業試験場 生産環境部

主 事 細 川 幸 一

## 1. はじめに

国内で栽培される麦は小麦が中心であるが、北陸地域は大部分が六条大麦を栽培している。六条大麦の用途は主に主食用で、近年は健康食品として需要が高い。また、一部は麦茶用に利用されている。輸入麦が主流の中、主食用大麦は国内産が適しており国産比率が高い。

図1. 09年産六条大麦の生産量 (t)  
農林水産統計情報より



本県では水稲に次ぐ水田農業の主要作物として六条大麦を推進してきた。その結果、作付面積は年々拡大し六条大麦の生産量は16,000tと本県が全国で最も多い (図1)。

大麦栽培では通常5回の施肥を行う (表1)。しかし、北陸地方は秋から冬にかけての降水量が多く、降雨や圃場条件の悪化で適期の追肥ができないことも多く改善が求められていた。

表1. 分施の標準施肥量

	基肥	年内追肥	越冬後追肥	穂肥1	穂肥2
施用時期	10月中旬	11月中旬	2月下旬	3月中旬	3月下旬
施肥窒素量(/10a)	5	1	3	2	1

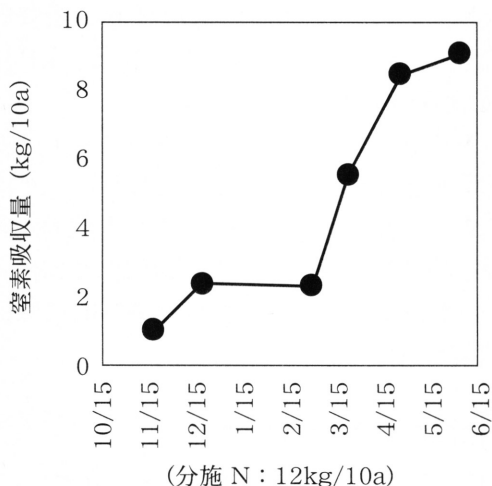
また、当試験場は過去にチッソ旭肥料 (株) (現ジェイカムアグリ (株)) と共同で水稲用の全量基肥施肥法を確立するなど緩効性肥料の研究開発に取り組んできた。

これまで冬期間に被覆尿素を使用した事例はなかったが、大麦でも全量基肥施肥法の開発に着手し2006年に実用化した。現在では作付面積の70%以上に普及している。担い手への農地や作業の集積が急速に進む中、労働時間の削減や大規模化、収量・品質の安定化に貢献してきた。今回、2002~2005年にかけて行った試験結果の概要と今後の方向性について紹介する。

## 2. 試験の概要

### (1) 大麦の窒素吸収量

図2. 大麦の窒素吸収量



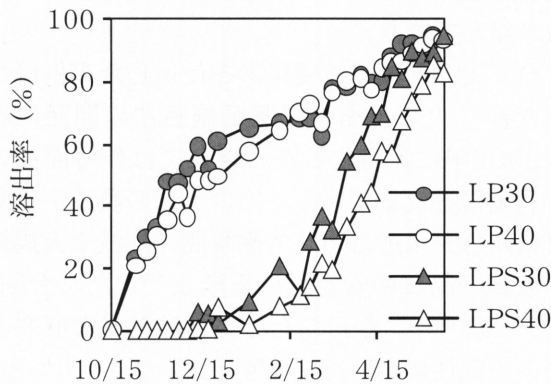
大麦は10月中旬に播種し6月上旬に成熟期を迎える。冬季間は積雪があり生育量は小さいが、2月下旬の融雪後から4月中下旬の出穂期にかけて気温の上昇とともに多量の肥料を吸収する。全吸収量のうち約70%がこの時期に吸収される。出穂期以降の窒素吸収量は全体の10%以下と

少ない(図2)。よって、大麦の窒素吸収に合わせ、生育前半と出穂期以降の溶出を抑えた肥料開発が求められた。

### (2) 被覆尿素の溶出

約2カ月の積雪期間を含む大麦の生育期間中に溶出を終える被覆尿素として、リニア型のLP30とLP40、シグモイド型のLPS30とLPS40が有力であったため、それぞれの溶出率を比較した(図3)。

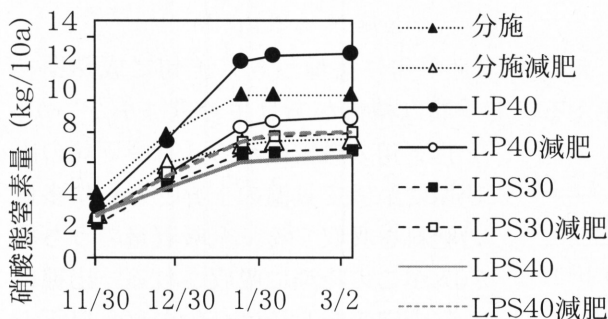
図3. 被覆尿素の溶出率



LP30とLP40は播種後の早い時期から溶出し、1回目の追肥時期である11月中旬まで十分な肥効を示した。その後は溶出量が漸減し最終的に窒素成分の90%以上が溶出した。また、LP30とLP40は同程度の肥効を示した。

シグモイド型のLPS30とLPS40の溶出開始時期は積算地温で500℃付近と考えられた。年内追肥の時期から若干溶出するが、主たる肥効が得られるのは越冬後であった。LPS40はLPS30より溶出がやや遅く、いずれの肥料も最終的には90%程度が溶出した。

図4. 硝酸態窒素積算排出量



### (3) 環境負荷の低減効果

一般に緩効性肥料を使用すると施肥効率が向上し、窒素酸化物による環境負荷が低減される。これが大麦にも適合するか検証するため、LP40、LPS30およびLPS40を窒素成分で12kg/10a施用し地下浸透水中の硝酸態窒素量を測定した。また、分施栽培と比較を行った。さらに施肥窒素量を20%減じた区を設け、減肥による影響を検証した(図4)。

分施とLP40は生育前半の排出量が多かったが、生育後半はどの区でも大きな差はなかった。また、分施とLP40は減肥によって硝酸態窒素の排出量が大幅に減少したが、LPS30とLPS40は減肥しても同程度であった。これはシグモイド型の被覆尿素は肥料要求度が高い融雪後に溶出が盛んであることが要因と考えられる。

大麦栽培においても被覆尿素の使用により環境負荷を低減できるが、生育初期から年内にかけての溶出量を少なくすることが重要である。

### (4) 被覆尿素の配合比の検討

LP40、LPS30およびLPS40が麦の生育期間内に溶出することが確認できたため、それらを単体

図5. 単体肥料の窒素吸収量

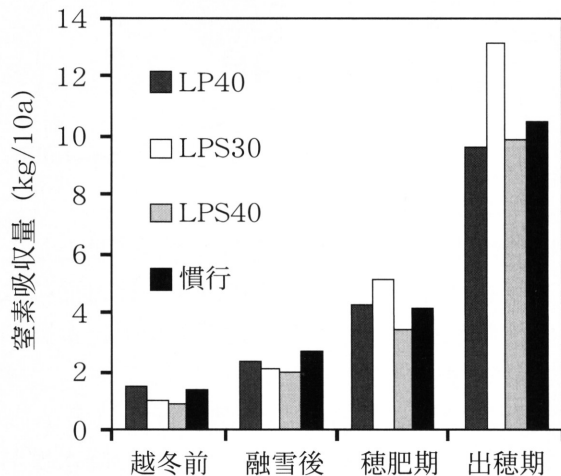


表2. 単体肥料の収量 (kg/10a)

	全重量	ワラ重量	粗麦収量	精麦収量
LP40	1410	661	600	538
LPS30	1503	662	737	632
LPS40	1285	573	625	567
慣行	1362	611	620	534

で施用して栽培試験を行った。施肥窒素量は12kg/10aとし窒素吸収量を比較した(図5)。初期の生育はいずれの区も同等であったが徐々に差が生じ、越冬前のLPS30とLPS40の窒素吸収量はLP40と分施より少なく、葉色も遅れて濃くなった。リニア型のLP40は順調に肥効が継続し年内の窒素吸収量は慣行と同等であった。融雪後はLPS30の吸収量の増加が顕著であり、最終的な収量もLPS30が最も多かった(表2)。

これらの結果からLP40は播種から年内追肥期の生育前半に、LPS30は融雪後から出穂期に適していると考えられた。大麦の窒素吸収量曲線に合わせてそれらの配合割合をシミュレーションし、速効性窒素、LP40およびLPS30を7.5:41:51.5の比率で配合したものを試作肥料とした。なお、配合比に端数が生じるのはリン・カリの添加や施肥機的能力を考慮したためである。

(5) 試作肥料の溶出と生育・収量

試作肥料の溶出率を被覆尿素と比較した。LP40単体と試作肥料が越冬前に30~50%溶出したのに対し、LPS30は10%程度であった。また、越冬期間中にLP40単体と試作肥料は20~25%溶出したが、LPS30はそれよりやや多く約30%であった。また、融雪後から成熟期にかけては、LP40は30%、LPS30は60%、試作肥料は45%程度であり、試作肥料はLP40とLPS30の中間的な溶出を示した。

越冬前までの試作肥料での大麦の生育はLP40単体とLPS30単体のほぼ中間であり、肥料の溶出

表3. 茎数・収量の比較

	茎数(本/m <sup>2</sup> )			
	12/5	2/28	3/24	4/22
試作肥料	408	552	562	549
LP40	415	476	457	408
LPS30	373	419	476	339
分施	337	470	390	413

	収量(kg/10a)			
	全重量	ワラ重量	粗麦収量	精麦収量
試作肥料	1570	679	763	731
LP40	1190	513	575	561
LPS30	1057	462	529	521
分施	1414	551	704	669

施肥窒素量: 12kg/10a

と同じ傾向を示した。しかし、融雪後以降の生育量および収量は単体施用を上回った(表3)。

(6) 施肥量の影響

試作肥料および分施体系の施肥窒素量を4.8, 7.2, 9.6, 12kg/10aの4段階とし収量の比較を行ったところ、窒素施用量と収量に正の相関が認められた(図6)。高い収量を得るにはある程度の施肥量を必要とするが圃場間差も大きいいため、収量・品質を考慮し圃場に適した施肥量とすることが重要である(図7)。

図6. 施肥窒素量と収量

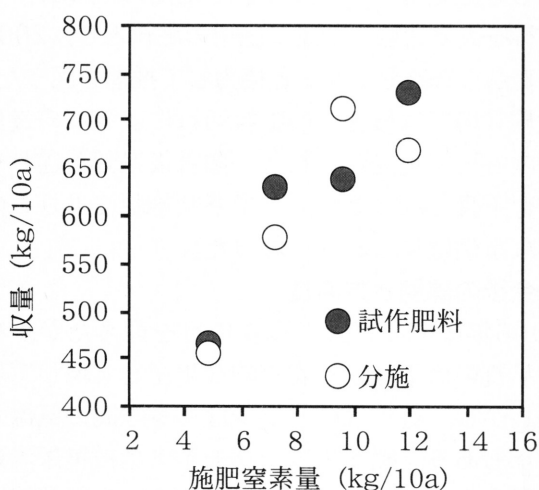
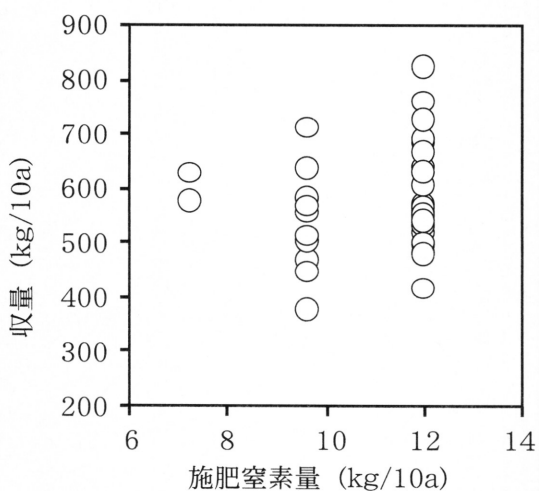


図7. 分施窒素量と収量



(7) 試作肥料と分施の比較

試作肥料と分施での栽培で比較を行った。平均収量に年次間差はあるものの慣行の分施体系と同等の収量・品質であった(表4)。また、窒素吸

表4. 試作肥料と分施の比較

収穫年	施肥法	全重 kg/10a	わら重 kg/10a	粗子実重 kg/10a	精子麦重 kg/10a	製品率 %	収量比	千粒重 g	容積重 g/L	硝子率 %
2003	全量基肥	1570	679	763	731	96	109	37.3	725	—
	分 施	1414	551	704	669	95	100	38.1	720	—
2004	全量基肥	1227	568	479	360	75	102	34.7	650	31.5
	分 施	1136	548	450	352	78	100	35.3	656	30.5
2005	全量基肥	1255	555	548	493	90	97	36.0	721	28
	分 施	1234	522	565	511	90	100	37.5	718	32

播種日：2003年産:10/12, 2004年産:10/17, 2005年産:10/18 施肥量：N 12kg/10a, P 15kg/10a, K 12kg/10a

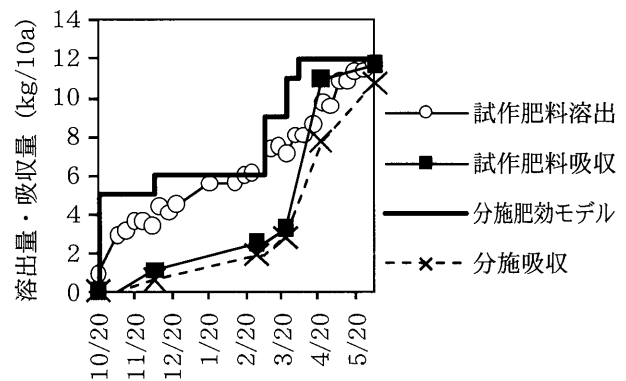
収量も分施栽培と同程度であったため(図8), 試作肥料を大麦栽培の全量基肥用の肥料とし, 2006年産麦から普及センターと協力して推進を図った。

分施栽培では積雪中の肥料切れによる葉の黄化が県内各地で見受けられた。融雪後追肥が遅れると生育不良となったが, 全量基肥施肥によりこのような事例は見られなくなった。

### 3. 今後の課題と方向性

2006年産での導入以降4年目を迎えたが, 収量・品質の低下はなく安定的な生産を実現している。しかし, 近年は積雪が少なく冬季間の気温が高い年もあり, 暖冬年はシグモイド型被覆尿素的の溶出が想定より速く進むことがある。大麦栽培で使用しているLPS30の溶出が早まると, 前述のと

図8. 窒素の溶出と吸収



おり生育前半の窒素溶出量が増加し施肥効率が低下する。そのため, 被覆尿素的の種類や配合割合については検討の余地がある。