

## 異常気象下のLP肥料の溶出と水稻生育

愛知県農業水産部農業技術課

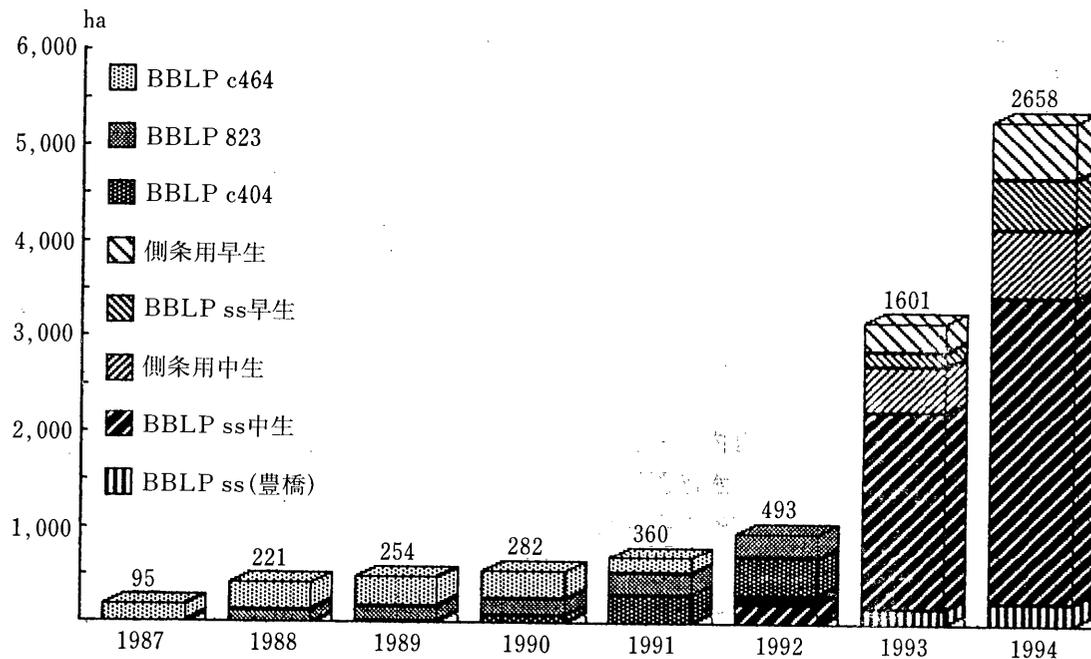
専門技術員 北村 秀教

### 1. はじめに

愛知県では、水田農業経営体の育成を図るため、経営規模の拡大を進めており、規模拡大に伴う省力技術の一つとして、追肥作業を省略した全量基肥栽培を押し進めています。これに用いる全量基肥肥料は、愛知農総試と愛知経済連で構成される愛知県施肥防除改善協議会で、肥効パターンの種類が多く安定した肥効を示すLP肥料を用いて開発を進めてきました。1992年にシグモイド型の溶出を示すLPSS肥料とLP肥料及び速効性の窒素肥料を配合し、コシヒカリ等の極早生品種用とあいちのかおり等の中生品種用の全量基肥肥料の展示を行い収量、品質とも良好な結果を得ました。この結果をみて現場の強い要請もあり、翌年から本格的に販売され、第1図に示したように1994年度の普及面積は5,000ha強と水稻作付け面積の約15%にまで急速に普及しました。

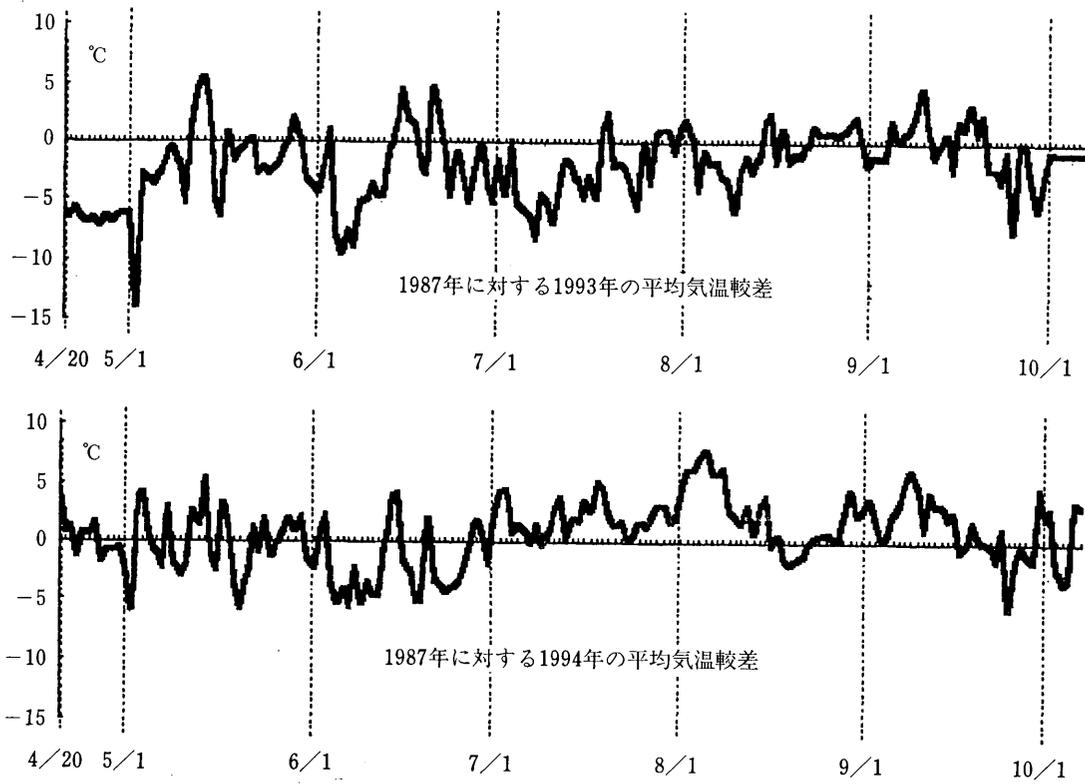
全量基肥栽培は、LP肥料を用いるため、水稻移植時の落水に伴う窒素の流出が少なく、環境保全型農業の確立にも寄与し、穂肥の適正施用時期を見誤らないため、経営規模拡大には今後不可欠になると考えられます。しかし、第2図に示したように、愛知県で普及が始まった1993年は低温寡照、1994年は高温寡雨と近年にない異常気象に見舞われました。これまでの異常気象下の施肥管理は、穂肥時期の移動や穂肥量の増減で対応してきましたが、全量基肥栽培では穂肥による対処が不可能で、現場では、肥効が水稻の生育の促進及び遅延に合致するか否かという不安に駆られました。このような不安感にもかかわらず、兩年の水稻の生育、収量結果からみますと、第2、3表のように、異常気象下においても水稻の生育に大きな影響を与えず、また、穂肥時期の見誤りからくる収量、品質低下を示すことなく、安定した生

第1図 水稻全量基肥栽培面積（愛知経済連販売実績から面積換算 施肥量50kg/10aとして）  
棒グラフの上の数値：肥料販売量 t



第2図 水稲栽培期間の平均気温温度格差

(愛知県海部郡弥富町 弥富農業技術センター内)



育, 収量をもたせました。この2年間の全量基肥肥料の溶出の変化が, 何故水稲の生育を狂わせなかったのか, 検討した結果を紹介したいと思います。

2. 検討の方法

水稲施肥窒素量診断プログラムにより5日毎のLP肥料窒素の溶出と, 水稲の生育時期の変化から検討を行いました。用いた気温, 水稲の生育時期は愛知農総試弥富農業技術センターの作期試験から得ました。また, 生育, 収量結果は, 中生品種のあいちのかおりについては全量基肥栽培の普及が80%を超えた愛知県海部郡十四山村の結果を用い, 極早生品種コシヒカリについては現地展示ほの結果を用いました。

検討に使用しましたほ場は, 弥富町内の一般的な肥沃度を示す土壤中, 30°C 4週間湛水静置培養発現窒素 1.48mg/100g, 全窒素0.107%の中粗粒グライ土です。

LP肥料の溶出は, 金野の反応速度論に従うとし, 肥効タイプ,  $Q_{10}=2$ という特性から反応速

度, 活性化エネルギーを導いて推定しました。

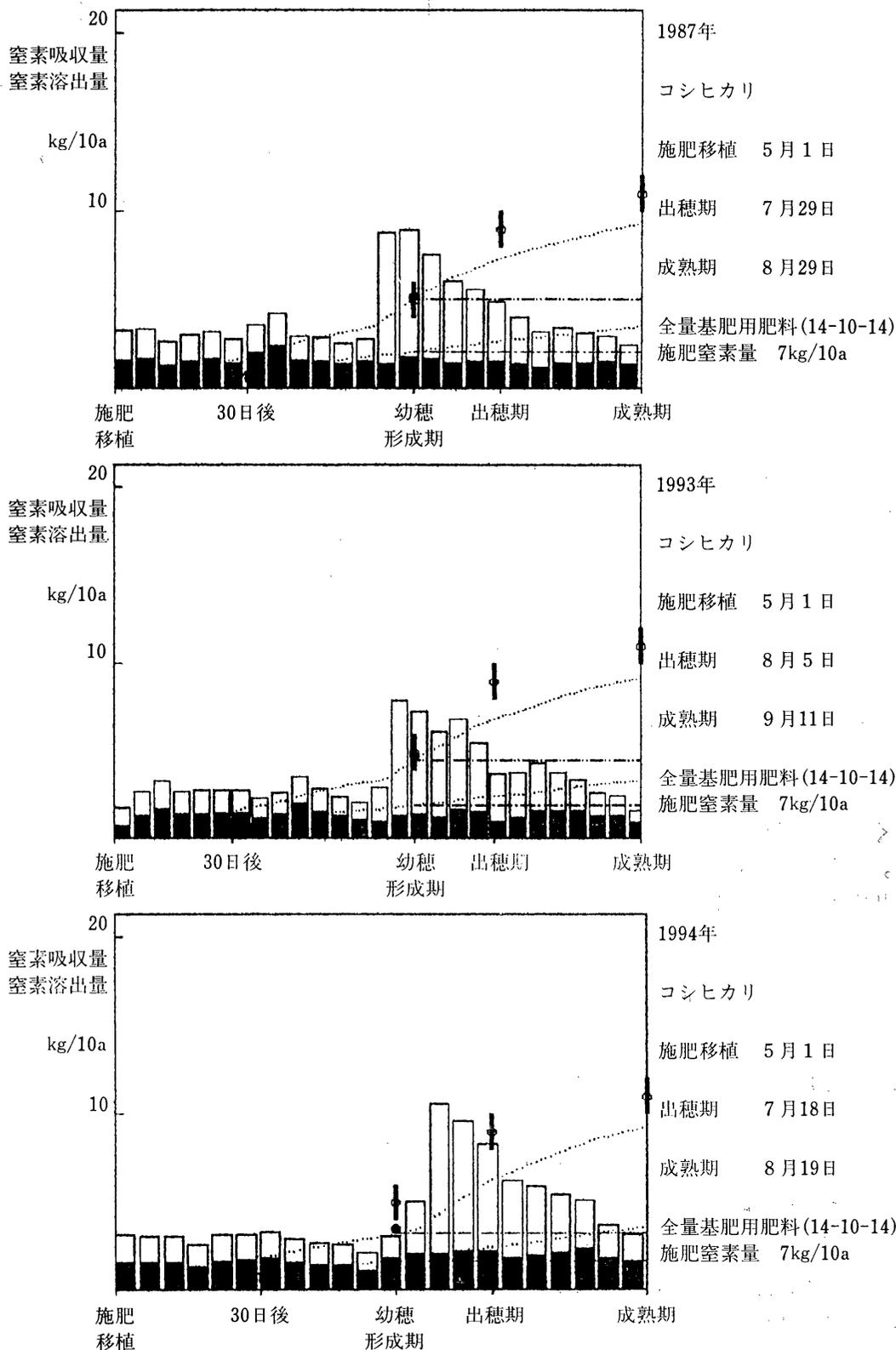
水稲生育時期の変化にLP肥料の溶出の変化が追従できるか否かについては, 穂肥に相当するシグモイドタイプのLP肥料の溶出の立ち上がり時期が, 基準年(1987年)と比較して, また, 通常

3. 全量基肥肥料の溶出変化と水稲生育時期の変化

(1) 5月1日移植コシヒカリ

コシヒカリの生育時期の変化とLP肥料の溶出時期の変化を重ね合わせて第3図に示しました。図の中の点線はLP肥料及び土壌窒素の累積溶出量を示し, 棒グラフは白抜きの部分がLP肥料, 黒塗りの部分が土壌窒素の5日毎の溶出量を10倍に拡大して示しています。また, 小さい丸印と縦棒は各生育時期における適正な水稲窒素吸収量とその範囲を示しています。この図から読みとったシグモイドタイプのLP肥料の溶出の立ち上がり時期が出穂期の何日前に当たるかを第1表に示し

第3図 5月1日植えコシヒカリ栽培期間中の窒素の溶出



白抜き棒：緩効性肥料窒素 } 5日毎の窒素溶出量(10倍で表示)  
 黒塗り棒：土壌窒素  
 点線(上)：緩効性肥料+土壌窒素累積溶出量 (下)：土壌窒素累積溶出量

第1表 シグモイドタイプLP肥料の溶出の立ち上がりと水稻の出穂時期

年 度	コシヒカリ			あいちのかおり		
	移植から 出穂時期 迄の日数	移植から 溶出立ち 上がり迄 a の日数 b	a-b	移植から 出穂時期 迄の日数	移植から 溶出立ち 上がり迄 a の日数 b	a-b
	'87	88	61	27	88	51
'93	96	71	25	95	61	34
'94	78	62	16	89	51	38

ました。

水稻の出穂時期、LP肥料の溶出は共に気温が高まると早く、低いと遅くなりましたが、水稻の生育は、窒素の溶出の変化のように単純に気温や地温により決まるものではないため、LP肥料の溶出の変化と歩調を異にし、低温年(1993年)、高温年(1994年)共にシグモイドタイプの溶出時期は、出穂期の25日前、16日前と基準年(1987年)の27日前に比べて出穂時期側にシフトしています。このようなズレにもかかわらず、第2表の全量基肥1(現在販売されている全量基肥肥料)の収量は基準年と類似した気温を示す1992年の収量と大差なく、3年間を通して28kg/10aの差でありました。一方、分施では38kgと年による収量変化は全量基肥より大きくなっています。

第2表 コシヒカリ栽培結果

年 度	施肥方法	地点数	稈 長	穂 数	精玄米重	千 粒 重	施肥窒素量
			cm	本/m <sup>2</sup>	kg/10a	g	kg/10a
'92	全量基肥1	27	82±3.6	401±54	534±46	21.6±0.6	6.6±1.0
	分 施	26	82±3.8	412±56	519±52	22.0±0.8	6.8±1.7
'93	全量基肥1	30	88±6.5	426±48	506±54	20.9±0.4	7.3±1.3
	全量基肥2	1	98	501	460	20.4	7.0
	分 施	17	91±6.1	431±51	497±93	21.2±0.6	7.6±1.8
	全量基肥1	4	82±9.1	424±23	516±39	20.2±0.9	6.6±1.4
'94	全量基肥3	6	82±4.9	433±23	555±37	20.5±0.8	6.6±1.2
	分 施	6	83±6.8	422±35	535±30	20.5±0.8	6.5±1.2

注：全量基肥1(LPSS<sub>100</sub>+LP+NH<sub>4</sub>) 2(LPS<sub>100</sub>+LP+NH<sub>4</sub>) 3(LPS<sub>80</sub>+LP+NH<sub>4</sub>)

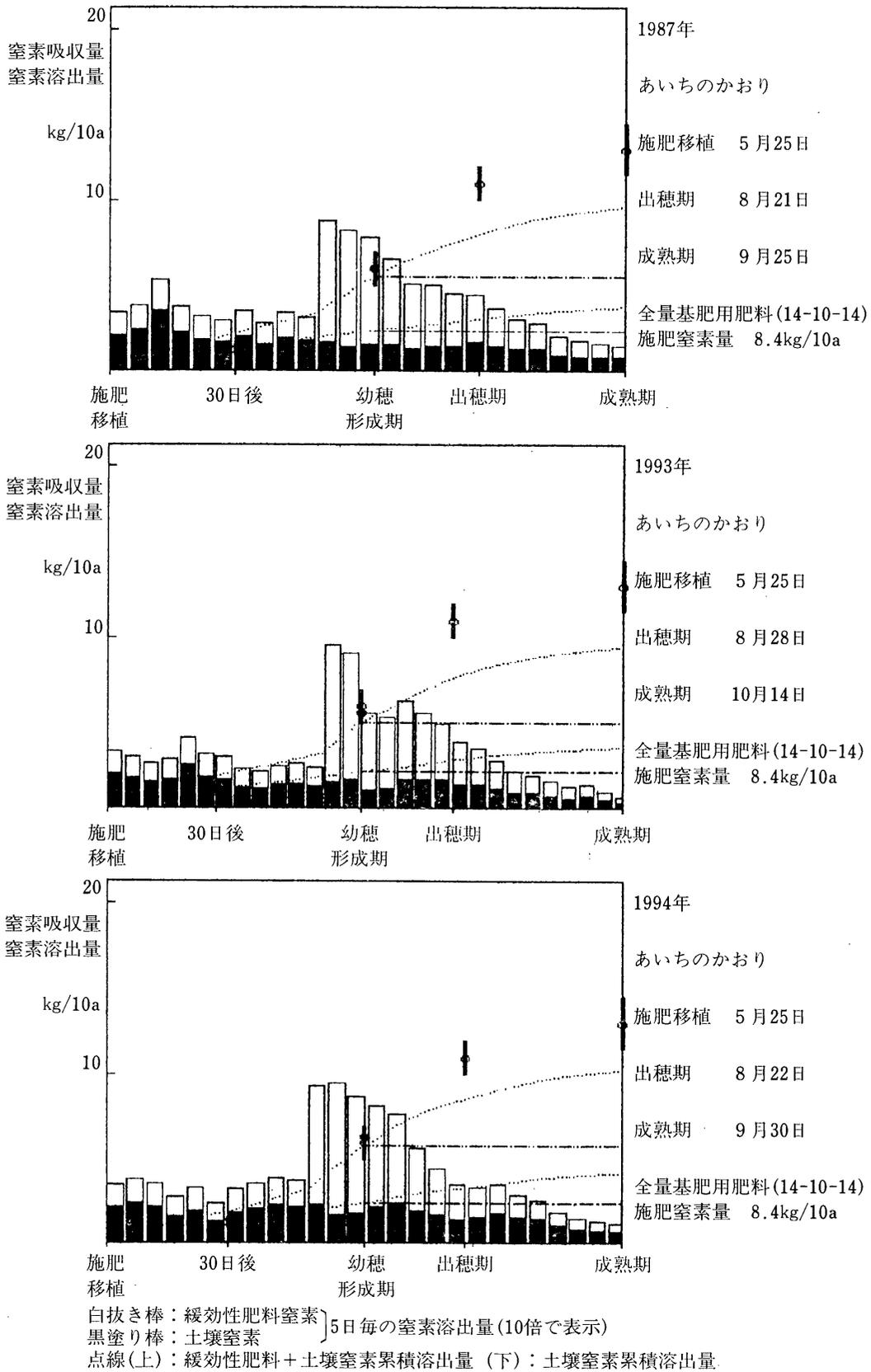
農業総合試験場、農業改良普及センター及び経済連展示ほ調査による

この原因として次のように考えられます。一般的に穂肥適期を幼穂形成期頃としていますが、現実には、幼穂形成期はここに示した出穂期前何日と一定しているものではありません。高温年では、幼穂形成期から出穂期までの期間が短縮されることから、穂肥適期に相当する幼穂形成期は第3図に示した時期より出穂期側にシフトしていたと思われます。そのため、1994年のように一見してシグモイドタイプのLP肥料の溶出の立ち上がりが、穂肥施用適期よりかなり遅い年でも、実際にはそれほどズレは生じていなかったものと思われます。また、分施では穂肥適期を間違えると2kg/10a程度の窒素が水稻の生育に影響しますが、全量基肥では1日当たり0.12kg/10a程度の影響しか及ぼしません。このように、LP肥料の溶出は従来の速効性肥料と比較して、肥効が緩慢で水稻の生育の攪乱を大きく起こすことがないため、速効性肥料による穂肥がうまく水稻の生育に合致したときのような爆発的な増収はありませんが、常に安定した生育収量を現すものと思われます。

#### (2) 5月25日移植あいちのかおり

あいちのかおりについてコシヒカリと同様に第4図に生育時期の変化とLP肥料の溶出の変化を示しました。1987年の立ち上がり時期は、出穂前37日、1993年は34日前、1994年は38日前になると推定できます。水稻の生育が気温の影響を大きく

第4図 5月25日植えあいちのかおり栽培期間中の窒素の溶出



受けるとすれば、1994年の出穂期は早まり、コシヒカリと同様に、穂肥に相当するシグモイドタイプのLP肥料の溶出の立ち上がり時期は出穂期側にシフトするはずですが、水稻が高温による生育遅延、日照等の影響も受けるため、出穂期は1987年と変化がなく、それに呼応するように、シグモイドタイプのLP肥料の立ち上がり時期も1987年の出穂期前の日数と変化がありませんでした。立ち上がり時期に影響を及ぼさなかったのは、立ち上がり時期に影響する6～7月の気温が、平均すれば1987年と大差ないことに依ると思われます。

全量基肥によるあいちのかおり栽培が、水稻作付け面積の80%前後である十四山村の収量を第3表に示しました。両極端の異常気象であった1993年と1994年を通して収量変化が10%程度であったことから、現地ではこれまで抱いていた肥効と生育変化のアンバランスを生じないかという不安も解消しました。

第3表 あいちのかおり栽培結果（愛知県海部郡十四山村）

年度	平均収量	作付け面積	全量基肥普及率	品質1等率	施肥窒素量	肥料代+散布労賃
	kg/10a	ha	%	%	kg/10a	円/10a
'90	487	401	—	—		
'91	503	397	—	—	全量基肥 8.4	7,685
'92	515	403	11	—		
'93	502	380	76	100	分穂肥1回 9.2	6,277
'94	559	486	82	100	施穂肥2回 8.9	7,098

注：海部農業改良普及センター調査による

この原因として、コシヒカリで述べたように、水稻の穂肥適期が実際には出穂期がいつになるかによって決まり、分施で穂肥を施用している時期が必ずしも適期とは限らないこと、また、従来の分施では、適期をはずした場合に水稻の生育に与える影響が大きいことに比べて、全量基肥ではLP肥料からの溶出が穏やかであるため、影響も少なくなることが考えられます。

このようにLP肥料を用いた全量基肥栽培は、穂肥前に極端に窒素を中断することなく、常に窒素の供給が行われ、幼穂形成期前後に肥効が高まるという過程を経ること、肥効の高まりも一時期ではなく、出穂期頃までに亘って続くこと等か

ら、省力技術でありながら、気象変動による水稻の生育変化に対応しやすい合理的な施肥技術であるといえます。

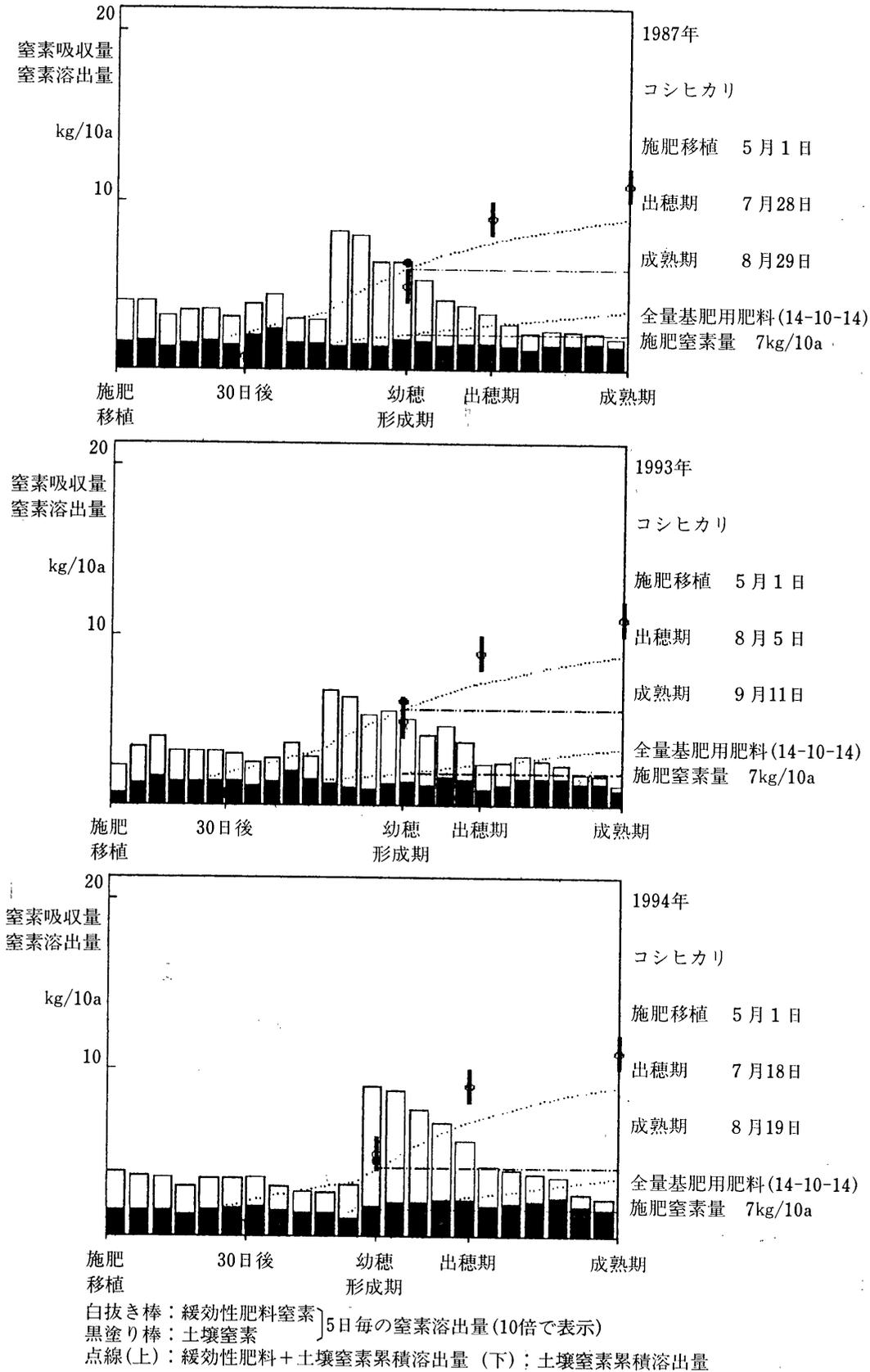
#### 4. 次年度に向けて

全量基肥肥料の開発に当たっては、倒伏させない、収量・品質の低下を防ぐことを第一義としました。そのため、コシヒカリではシグモイドタイプの溶出を極力遅くしました。しかし、1992年からの3年間の生育をみて、徐々に溶出するLP肥料のような緩効性肥料では、穂肥適期前から肥効が現れても倒伏を起こしにくいことがわかってきました。また、現在の極早生品種用の全量基肥肥料は、初期過繁茂を防ぐことを狙いすぎ、現場では茎数不足を感じるあまりに過剰施肥が行われ、かえって倒伏を助長する事例も現れました。

そのため、初期の生育確保を図り、成熟期の肥効を速めて食味向上を狙った成分割合を検討しました。その溶出パターンを過去のコシヒカリの生

育時期の変化と重ね合わせて第5図に示しました。この図から読みとりますと、1987年ではシグモイドタイプのLP肥料の溶出の立ち上がりは出穂期の36日前、1993年は39日前、1994年は22日前となります。この数値は、これまであいちのかおりで良好な生育・収量を示してきた中生品種用の全量基肥肥料の出穂期に対する相対的な立ち上がり時期に類似しています。第2表の全量基肥3が新しく採用する肥料による生育結果ですが、穂数も従来の肥料より増加し、収量も高まっています。1994年の成果だけでは早急な結論は出ませんが、1993年や1987年の気温で推定した場合も、あいちのかおりで見られる肥効と同様な肥効が推測さ

第5図 5月1日植えコシヒカリ栽培期間中の窒素の溶出 (L P S 80使用)



れ、1994年以外の気象でも、この肥料により成果があがると考えられ、これまで伸び悩んでいたコシヒカリの全量基肥の普及が期待されています。

また、全量基肥栽培を取り入れたいとの要望が現場で高まっており、施肥量を決める場合、土壌の窒素肥沃度の把握が必要なため、面的な広がりを持った土壌実態の把握が農業改良普及センター、農協で進められようとしています。このように面的に土壌を把握する気運が高まってきていること、第2、3表に示したように施肥窒素量も削減できることから、今後の環境保全型農業の定着に向けて大きな期待が寄せられています。元々環境保全機能の高い水田ばかりでなく、露地野菜等の畑作地帯において緩効性肥料を用いた全量基肥栽培を普及させ、肥料の利用効率を高めることに依る環境保全型の施肥技術を広めることが必要となっています。このためにも、水稲作経営の安定

に全量基肥栽培が大きく寄与したという事実が必要であり、今後とも肥料の肥効、作物の生育に科学のメスを入れていき、より良い全量基肥施肥技術を確立する必要があります。

全量基肥栽培がこのように現場の農業に科学の目を持ち込み、多くの人に科学の目を与えたことは、農業の発展、農学の進歩に対して大きく貢献したものと思われれます。

#### 5. 参考文献

- 1)北村秀教・今泉諒俊：水稲への窒素供給からみた全量基肥施肥法，愛知農総試研報，22，51～60（1990）
- 2)北村秀教・今泉諒俊：土壌窒素発現簡易予測法を用いた水稲施肥窒素の発現，土肥誌，62，439～444（1991）
- 3)金野隆光：土壌中の生物活性と温度，土壌の物理性，41，7～16（1980）

## チッソ旭の新肥料紹介

★作物の要求に合わせて肥料成分の溶け方を調節できる画期的コーティング肥料……

**ロング**®〈被覆燐硝安加里〉 **LPコート**®〈被覆尿素〉

★緩効性肥料…… **CDU**®

★バーミキュライト園芸床土用資材…… **与作**® V1号

★硝酸系肥料のNo.1…… **燐硝安加里**®

★世界の緑に貢献する樹木専用打込み肥料…… **グリーンパール**®



チッソ旭肥料株式会社