

## 水稲流入施肥法の普及のために

チッソ旭肥料株式会社

技術顧問 草 野 秀

## はじめに

今年の本誌4月号に流入施肥法の全般について記述した。その後実際に普及、利用される現場から多くのご意見、疑問等を頂いた。それらにお答えすることも含めて、普及や利用しようとする場合に、具体的にまた理論的にも理解を深めていただくほうがよいと思われる事項について補完的に述べてみたい。

なお、現在流入施肥に利用されているのは、当社のあさひポーラス及び類似のN社の泡状易水溶性化成肥料の2社製品だけであるため、ここではあさひポーラスについての諸事項の記述とする。また、4月号では流入施肥は追肥に利用するのが合理的とも述べており、ここでも主として追肥への利用を前提に述べてみたい。

## 1. 追肥用として慣用の化成肥料とあさひポーラスの違い

流入施肥を推奨する際に、従来等の指導指針に示されている追肥用のNK化成肥料等に替えてあさひポーラスを導入しようとする場合、素直な疑問として出てくるのは、NK肥料には無くてあさひポーラスに含まれている硝酸態窒素、燐酸、硫酸根及び3要素成分の構成比等であろう。これらはあさひポーラスを利用しようとする場合に、それなりの意義やメリットが必要なことを意味する。そのお役に立つため、それぞれについての既往の知見を整理し、対応の仕方等をまとめてみた結果は次のとおりである。

## 1) 硝酸態窒素の追肥施用の意義

水稲の追肥用NK化成には硝酸態窒素は含まれていないが、あさひポーラスには窒素成分16%の内2.5%が硝酸態窒素となっている。通念として水田では硝酸態窒素の肥料は溶脱と脱窒があるので不適とされ、利用されていない。このため、あさひポーラスも硝酸態窒素分を差し引いた13.5%

で施肥窒素量を計算するのがよいなどの説も出ている。しかし、溶脱・脱窒の理論と実際は基肥施用の場合は正しいが、追肥に施用の場合は必ずしも適当でないことは、識者の間ではよく理解されており、ここではその知見をまとめてみた。

“水稲に対する硝酸態窒素の施肥”に関する今までの研究成果では、次の知見が明らかにされている。(ほぼ原文のまま)

- ①山崎 伝(北陸農試)<sup>1)</sup>:多収穫農家は水稲に硝酸態窒素を吸収させているようである。
- ②山崎 伝(鳥取大農)<sup>2)</sup>:水田において、利用率が劣ることは硝酸態窒素にとって不利な面と言えるかも知れないが、その吸収が根の活性維持に貢献するとすれば、アンモニア態窒素よりも量を増して施用することによる損失は補われて余りがあると考えてよいと思う。
- ③石塚喜明(北大農)<sup>3)</sup>:水耕法により硝酸アンモニアを窒素源とした場合、水稲は生育初期にはアンモニア態窒素を、後期には硝酸態窒素を相対的に多く吸収する。
- ④石塚喜明・田中 明(北大農)<sup>4)</sup>:水耕法によれば、栄養生長期にはアンモニア態窒素がより良く、生殖生長期には硝酸態窒素がより良いようである。
- ⑤熊沢喜久雄(東大農)<sup>5)</sup>:還元的にならない土壌では硝酸態窒素もアンモニア態窒素と同様に十分に吸収され利用されるし、また生育後期の様に根が土壌中に張り巡らされた時期の追肥においてはこれら両者間に吸収率、肥効の差は認められなくなる。
- ⑥清野 馨(北陸農試)<sup>6)</sup>:分けつ期の追肥では、硝酸態窒素の場合はアンモニア態窒素よりも稔実歩合が高く、もみわら比、窒素のもみ生産効率を向上することは共通的に

認められる。(第1表参照)

穂肥で比較的低濃度で田面水に灌注する方式は、硝酸態窒素の施用効率を一段と高め、アンモニア態並にする方策のひとつと考えられる。

硝安区の水稻はアンモニア区のものに比べ窒素の籾生産能率が大きであった。

⑨諸岡 稔・葛西善三郎(九州農試・京大食科研)  
 9)：水耕培養で幼穂形成期に与えた硝酸態窒素とアンモニア態窒素の水稻による吸収

第1表 分けつ期における追肥窒素の形態と収量構成 (北陸農試, 1967) [清野 馨による]

苗種類	追肥 N	乾物重		籾数 ( $\times 10^2$ )	稔実歩合 (%)	稔実籾 千粒重 (g)	もみ / わら	Nの穂 への移 行率(%)
		茎葉 (g/株)	籾 (g/株)					
折衷苗	—	25.5	25.6	11.0	95	24.7	1.00	69
	硫 安	39.4	28.5	13.9	88	23.3	0.72	67
	硝酸加里	31.5	27.2	11.6	95	24.6	0.86	70
	〃 倍量	49.4	34.1	15.9	90	23.9	0.69	63
	硝酸アンモン	30.9	32.5	14.0	97	23.9	1.05	73
畑苗	—	24.1	24.8	10.0	96	25.9	1.03	74
	硫 安	42.1	34.0	15.8	92	23.5	0.81	69
	硝酸加里	32.5	28.4	12.8	91	24.4	0.87	69
	〃 倍量	37.4	38.6	17.5	96	23.0	1.03	69
	硝酸アンモン	33.2	28.2	11.6	96	25.3	0.85	65

注) 追肥時期：7月1日(分けつ盛期)、水稻品種：マンリョウ  
 追肥量：250mg N(5000分の1アールポット当たり) 倍量は500mg N

- ⑦川口桂三郎(京大農) 7)：日数の経過した状態の水田土壌では硝酸塩還元量は減少する。  
 ⑧坂上行雄・松原弘一郎・吉松敬祐(山口農試)  
 8)：生育後期の水稻は生育初期のものに比べて、生理的にまた土壌培地の状態から硝酸態窒素を吸収しやすい状況にある。また、水稻に対して硝酸態窒素は窒素源として、また酸素の給源として働く様である。

と移動を検討し、硝酸態窒素区はアンモニア態窒素区より籾収量は多く、収量構成要素では登熟歩合が高く籾千粒重が重いこと、<sup>15</sup>Nの吸収率は各時期ともアンモニア態窒素区が硝酸態窒素区より約10%高いこと、窒素、燐酸含有量はアンモニア態窒素区に多く、珪酸・石灰・苦土・鉄・マンガン・亜鉛含有量は硝酸態窒素区に多く、加

第2表 完熟期における水稻の形態、収量とその構成 [諸岡, 葛西による]

処 理 区	程 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本/株)	茎葉重 (g/株)	籾 重 (g/株)	総籾数 (株当り)	登熟歩 合(%)	精籾千 粒重(g)
硝酸態窒素	58	18.8	30	51.5	<u>52.7</u>	2,439	<u>88.4</u>	22.9
アンモニア態窒素	54	19.1	37	67.8	<u>45.6</u>	2,668	<u>67.9</u>	21.4

注) 精籾(登熟歩合)は比重1.06の食塩水により選別した。  
 出穂期：硝酸態窒素区9月7日、アンモニア態窒素区9月10日

里含有量は両区に差がないこと等を認めた。(第2表参照)

## 2) 磷酸の追肥施用の意義

磷酸は光合成などの中間生成物で、ATPとして植物体内エネルギー伝達等に重要であり、一般に植物の生長、分けつ、根の伸長、開花、結実を促進することが知られている<sup>10)</sup>。土壌中ではあまり移動せず、溶脱、揮散も殆ど無いため基肥施用だけでよい場合が多く、水稻の施肥法では従来から全量基肥施用が採用され、普及している。

しかし、最近、施肥法の見直しや検討も試みられ、磷酸についても追肥の効果があることがわかってきた。本年4月号では特に穂肥の追肥で効果が認められている<sup>11)</sup>成果を紹介した。鹿児島県農業試験場でも各種磷酸の追肥加用は稲成熟期を2日早進化させ、増収、食味指標の向上に効果のあることを認めている<sup>12)</sup>。また、平成5年度の冷害に対しても磷酸追肥の効果は確認されている<sup>13)</sup>。肥料はいずれも粒状肥料が使用されており、塩基類の効果も想定される。一方、流入施肥では溶液の磷酸の穂肥追肥であり、前記事例とは異なった効果があるものと思われる。これらは今後の試験研究機関による解析等から明らかにされるものと期待される。

## 3) 硫酸根含有の意義

高度化成肥料の硫酸根含有率は、一般的に硫磷安系で硫酸加里を使っているものが40%以上、塩化加里を使っているものが35%前後、苦土磷安系は29%、磷加安系は30%<sup>14)</sup>、T化成550の40%等で多い方に属し、あさひポーラスは22%でありさほど多くはない。一方、水稻一麦の作付体系で5年も無硫酸根肥料を連用すると収量が減少し、そ

れが硫黄欠乏に由来することも明らかにされている。また、水稻は磷(0.58kg/10a)よりやや多量の硫黄(0.64kg/10aなど)を吸収することも知られている<sup>15)</sup>。あさひポーラスの(磷酸:硫酸)は(16:23)である。即ち、あさひポーラス10kgを10aに施用すると、N1.6kgの施肥となるが、同時に硫酸根が2.3kg施用されることになる。これらからみると23%程度の硫酸根の含有量は特に問題視することはないと思われる。更に後述のようにあさひポーラスを原料として、尿素や塩化加里等とブレンドしてBB肥料化する動きがある。この場合はこの懸念は無くなるものと言えよう。

## 4) 3要素成分の構成比

慣行普及技術の水稻の3要素施肥量に対し、追肥としてのポーラスの流入施肥法で問題視されるのは、磷酸と共に窒素に対する加里の比率がある。一般に各県の稲作指導指針等で決められている追肥の施肥法の(窒素:加里)比率は(1:1)が多く、あさひポーラスだけでは(16:10)となり加里が不足の形である。これらに対してはポーラスと加里肥料の混合によるBB肥料化等が対応策となろう。磷酸の評価と加里の不足量の補填を考慮して水平型、V型等適当な3成分構成比の易水溶性BB肥料の開発は可能と思われ、新潟県では既に第3表のように尿素、あさひポーラス、塩化加里の等量混合による流入施肥用BB肥料の試作、検討も行われている。この場合は1袋内の成分が同一となるように配合と袋詰めへの配慮が必要となる。

## 2. 流入施肥を上手に利用する工夫

前報で流入施肥ができる水田等の条件として①給水量、②水田面積・形状、③均平度、④減水

第3表 あさひポーラスを原料とする水稻追肥用BB肥料の試作

[新潟県経済連肥料工場による]

肥料名	混合割合(%)	N%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O%
あさひポーラス (16-16-10)	38	6.08	6.08	3.8
尿素(46)	32	14.72	—	—
塩化加里(60)	30	—	—	18.0
試作BB肥料	100	20.8	6.08	21.8

深、⑤畦畔の高さ、⑥灌溉水質の6項目をあげた。これらはどれも変化する可能性のある項目である。また、給水量、面積、減水深の3項目は水深を5cm等一定にする場合に相互に関連する項目である。このため、数多くのメリットのある流入施肥法を上手に実施するため、諸条件の拡大法や注意点を列記する。

1) 給水量が豊富なら減水深はやや多くてもよい

本年4月号の“流入施肥ができる水田の条件”で記した給水量=7m<sup>3</sup>/時以上、減水深=15mm/日以下等は現在までの試験にもとづく数値で、一つの目安である。平成5年に長野県農事試験場では豊富な給水量50m<sup>3</sup>/時で流入施肥試験を実施した結果、減水深が40mm/日と漏水のやや多い水田でも利用は可能で、第4表のように収量は慣行並などの成果が得られている。これは給水量と減水深は流入施肥の条件として相互関連性があり、かなり減水深が多くても流入施肥の可能な場合のあることを示している。

2) 均平と水持ちのため代かきは丁寧に

代かきは田面を平にすることと水持ちを良くするために大切な作業である。流入施肥では田面の均平と減水深の少ないことが均質施肥の要件であるため、代かきは従来よりももう一回多くする程度の丁寧に作業するのが望ましい。丁寧にすると減水深はかなり少なくなる。生育むらは田面の高低差がそのまま出ることが多く、流入施肥の場合も田の特性をよく知っている農家は、生育むらの理由が何故かをよく理解しているようである。なお、基肥から追肥まで数回全部を流入施肥で行う場合は、基肥の生育むらが追肥毎に拡大し相乗的に際立って現れることになるので、一段と均平

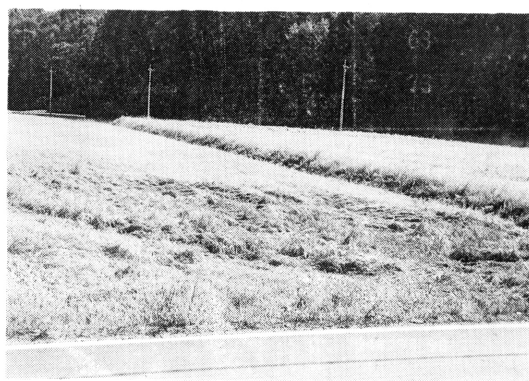
度が要求される。

3) 灌溉水が豊富で自由に使えることが必要

灌溉水量が少なく、水上側で水を取られ、断水するような条件のところでは、流入施肥は適当でない。中断などすると施肥面積が水口側に片寄るなどの事態を招く(写真1参照)。また、絶えず水の番をするのも問題である。平成6年のように夏季に小雨の場合は水が流入施肥の可否を決める制限因子となる。灌溉水量は多くて自由に使えるのが必要条件である。

写真1 流入施肥中断水し肥料が水口側だけ施用となり倒伏の例

(長野県農事試験場提供)



4) 施肥後の追い水での湛水は深いほどよい

前報の手引きでは追い水して5cmの水深になったら止めるとしているが、深さは肥料の拡散均質分布に役立つので、比較的短時間で深水にできる場所は6~7cmの深さにしてもよい。ただし、制限因子として畦畔の高さがあるため、低い場合は適当な高さとするため畦畔を補強する。追い水の湛水中に田の周囲を一回りすると、畦畔の低い所や水漏れのある所はすぐわかるので、補強する。湛水中の周囲の一巡は習慣にするとよい。

第4表 あさひポーラスの追肥に流入施肥の肥効試験成績

[長野県農事試験場, 1993による]

処理区	穂数 本/m <sup>2</sup>	藁重 kg/10a	精籾重 kg/10a	精玄米重 kg/10a	籾/藁	登熟歩合 %
慣行	468	753	698	547(100)	0.93	75
流入	448	742	700	547(100)	0.94	81

## 5) 流入施肥を主にして補正は手まきで

大区画水田などでは均平な状態に整備されても、前の水路跡や農道跡に地力差があるため数年間はその場所に生育むらができる場合がある。流入施肥はほぼ均質拡散施肥となるので、生育のよすぎる所にも同様に施肥される。流入施肥は著しく省力的であるがこの生育むらの解消はできず、やはり生育の過剰や不足として現れる。この点はやむを得ない欠点と言える。このため生育過剰の部分を考慮しながら、面積の大部分を占める平均的生育相に応じた施肥量で流入施肥し、生育不良の部分を手まき施肥で補正する補完的施肥法が実用性があり、この方法でもかなり省力的であると思われる。この方法では地力のある部分の生育むらの解消は従来法よりやや遅れることとなろう。生育むらが少ない場合はこの方法は省略される。

## 参 考 文 献

- 1) 山崎 伝：カリシンポジウム，98，(1963)
- 2) 山崎 伝：燐硝安時報 No.1 (1968)
- 3) 石塚 喜明：農化誌，8，849 (1932)
- 4) 石塚 喜明・田中 明：水稻の栄養生理，50，養賢堂 (1963)
- 5) 熊沢喜久雄：農業及び園芸，40，7，10 (1965)
- 6) 清野 馨：土壤肥料の研究，109，養賢堂 (1970)
- 7) 川口桂三郎：水田土壤化学，42，養賢堂 (1950)
- 8) 坂上 行男・松原弘一郎・吉松敬祐：土肥誌，44，5，183 (1973)
- 9) 諸岡 稔・葛西善三郎：土肥誌，43，10，337 (1972)
- 10) 神野 昭一：ポケット肥料要覧，98，農林統計協会 (1994)
- 11) 三宅 靖人：農業及び園芸，67，10，74 (1992)
- 12) 上村 幸廣・鳩野 哲也・脇門 英美：鹿児島県農業試験場土壤肥料部平成2年度試験成績書，1，(1991)
- 13) 編集部：現代農業，12，69 (1993)；同 1，48，；7，174 (1994)
- 14) 伊達昇編：肥料便覧〔第4版〕農文協(1990)
- 15) 山崎 伝：微量要素と多量要素，187，博友社 (1966)

## 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