

食 味 と 穂 肥

農業環境技術研究所 資材動態部
肥料動態科長 古賀野 完 爾

はじめに

我が国の暖地稲作における施肥は、高収を目標とした後期追肥重点型施肥が主流であった。これは施肥全量に占める穂肥，実肥の施肥割合が多い点に特徴がある。このため，反収は増加したが，同時に施肥量が多くなってきたことは否めない。このような，多収のための多肥や実肥の施用が，環境保全や良食味の視点から見直されてきたのが最近の稲作である。良食味米生産指向のなかで，後期追肥については現場では基本的に実肥を施用しない方向で追肥法の指導がなされているのが一般である。食味への影響については実肥のみで論議されている事例が多い。稲の生育に応じた施肥体系のなかで，穂肥と実肥は関連した施肥となっているため，穂肥についても食味への関与の程度を栄養生理面から確認しておく必要がある。

(1) 穂肥と食味

① 穂肥の意義

論議を進めるにあたり，改めて，穂肥の意義について品質維持との関連でここに示す。

一般に，穎花分化開始期から分化後期にかけて一回目の穂肥が施用される。分化始期の穂肥は，一穂に着生する穎花数の増加と有効茎歩合を高め

ることで，穂数の増加を見込むとともに，止葉の生長を良好にする。また，分化後期の穂肥は穎花の退化を防ぎ，粒数の維持とともに出穂期の稲体の窒素含量を高めて，稔実に効果がある。

次の穂肥は減数分裂期に行なう。減数分裂期は出穂前14日頃に相当するが，この時期の追肥は穎花の退化を抑え，穎花数の維持に効果がある。また，この時期の追肥は分化後期の追肥以上に稲体の窒素含量を高める効果があるので，稔実の効果が一層期待できる。

出穂前10日頃の追肥は止葉期追肥であり，この時期には穎花数は決まっているので，これは登熟歩合や千粒重の増加を期待する施肥法である。

穂肥を行なう時期は以上のようにいくつかあるが，土壌・施肥条件や生育状況によって，穂肥の回数や施用時期が選択されることは言うまでもない。

② 食味と窒素施肥

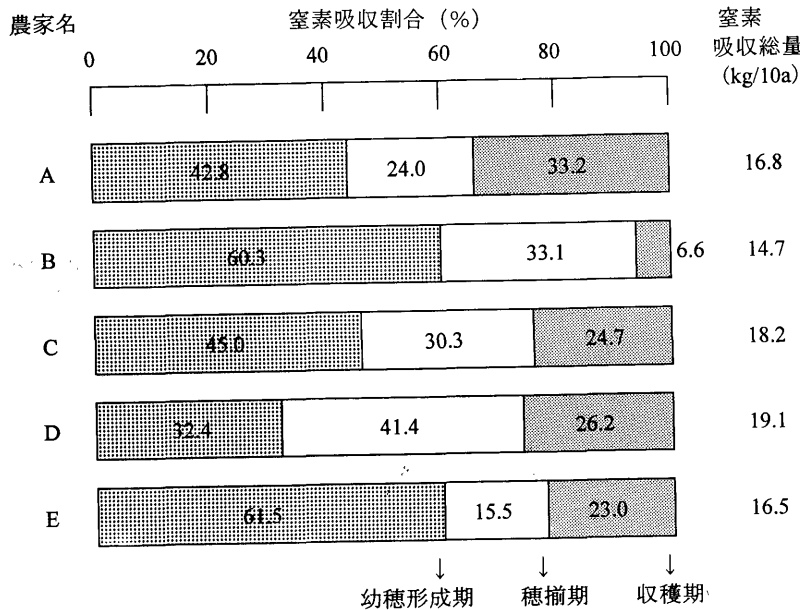
穂肥はこのような施用意義を有しているが，食味とは如何なる関係にあるのか，二，三の試験例を基に以下に考察する。

筆者らは平成2年に北陸地域のコシヒカリで連年多収を挙げている農家の稲の栽培状況を調査し

本 号 の 内 容

§ 食味と穂肥	1	農業環境技術研究所 資材動態部 肥料動態科長 古賀野 完 爾
§ 生命にとって塩とは何か —生物と塩との関係史—	6	京都大学名誉教授 近畿大学農学部教授 高 橋 英 一
§ キャベツセル成型苗の苗齢の進行に伴う根の生理的变化	10	石川県農業総合研究センター 砂丘地農業試験場 主任技師 福 岡 信 之

図1 生育期間別窒素吸収割合と窒素吸収量



食味と多収とを窒素施肥との関連で検討した。図1はそのコシヒカリの生育期間別の窒素吸収割合と窒素吸収量を示したものである。ここで注目されるのは、B農家における窒素吸収パターンであ

る。即ち、稲が吸収した全窒素量のうち、おおよそ60%が幼穂形成期までに吸収され、かつ、穂揃期から収穫期までの窒素吸収量が他農家より著しく少ないことに特徴がある。ここでは、穂肥、実肥は各一回のみ行い窒素施肥量はそれぞれ3kg、1kgであった。地力窒素依存型の施肥体系を組んでいると言えようが、稲作りは幼穂形成期までに高収に必要な窒素量を確保し、幼穂形成期以降は緩慢な窒素吸収推移となるような施肥体系となっている(表1)。

また、表2に示されているように、他農家と比較して食味が一段と高く維持されている。北陸農業試験場での作況基準試験では、収量は平年並みであり、その分食味評価値がかなり高くなっているが、これと比較してもさして劣らない良食味性を示している。この場合、玄米生産効率がB農家で

表1 窒素施肥量

農家名	窒素施肥量 (N kg/10a)					合計	追肥回数
	基肥	根付け肥	つなぎ	穂肥	実肥		
A	3.3		1.2	1.2+1.2+1.2+1.2	1.5+2.1+2.1	15.0	8
B	3.6			3.0	1.0	7.6	2
C	2.1+2.2	2.4+1.2		1.1+2.4	1.4+0.9	10.8	5
D	3.6		0.7	1.7+1.8	1.8+1.8+0.9	15.3	7
E	1.2+4.9*	1.2+1.2		1.5+1.3+1.5	1.2+1.8+1.5	18.6	9
S	4.0		0.8	1.0+1.0	2.0	8.0	3

** 発酵鶏ふん 200kg (N 4.9kg)

**S: 北陸農試作況基準試験圃場データ

極めて高いことが特筆される。この農家の収量は坪刈りで660kgであり、高収・良食味を両立させた事例として注目されよう。いずれにせよ、B農家とSの施肥体系をみると、他農家比べて実肥の回数が少ないことに加えて、つなぎ肥や根付け肥が施用されていないこと、穂肥の回数あるいは

表2 収量調査結果

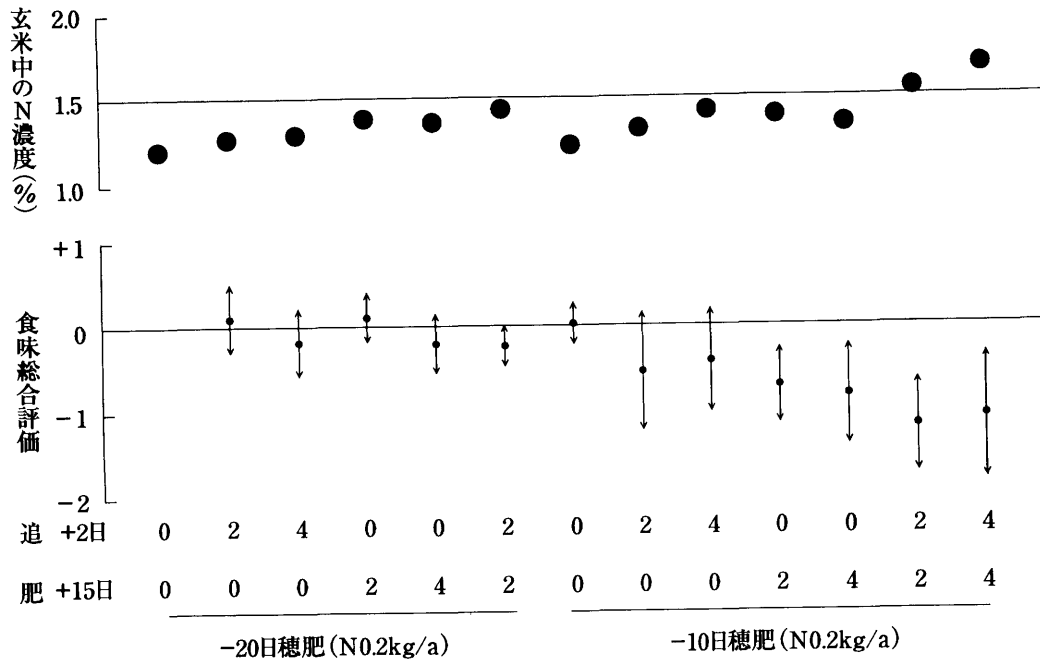
農家名	穂数 (本/m ²)	1穂粒数	総粒数 (×10 ³ /m ²)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米重 (kg/10a)		食味関連形質 (玄米)		
						坪刈り	全刈り	Visco	窒素 (%)	HON×100
A	417	80	33.3	93.7	22.1	691	690	0.160	1.50	0.704
B	503	67	33.9	90.5	21.6	662	720	0.177	1.35	0.872
C	565	66	37.0	92.0	20.2	689	680	0.165	1.47	0.727
D	429	83	35.6	86.4	21.7	668	663	0.165	1.47	0.727
E	417	73	30.2	94.4	22.2	634	660	0.172	1.46	0.733
S	393	78	30.6	84.4	21.6	556	—	0.187	1.27	0.904

注 全刈りはアンケート調査結果

Visco: 粘り指数

HON: 遠赤外分析値 (高いほど食味効果が高いといわれている)

図2 実肥施用による玄米窒素含量と食味の変化(昭56) (佐々木, 1989)



総量が少ないことなど、実肥回数や多寡といった単純な要素のみが食味に影響しているものではなく、施肥体系や土壌条件によって実肥の食味への影響の度合いが異なることを窺わせる結果を示しているものと思われる。

穂肥と実肥との関連についてももう一例を図2¹⁾で示す。図中、-20日の穂肥時期は穎花分化期に、-10日の穂肥時期は止葉期にあたるが、このような穂肥時期と実肥の量及び時期との組み合わせが食味に対して異なる影響を及ぼしていることがわかる。即ち、穎花分化期頃の穂肥であれば、その後の実肥の施用で玄米中の窒素濃度は増加するものの食味には大きな影響を及ぼしてはいない。一方、止葉期頃の穂肥を施用した場合、その後実肥を施用することによって食味は明らかに低下している。実肥施用時の稲体の窒素含量や、穂肥施用時以後の土壌窒素の吸収量の多寡により実肥の食味への影響の程度は当然異なるが、条件によっては、このように、穂肥時期の違いが実肥施用の食味への影響を左右することを良く示している。

図2で注意すべきは、穂肥時期の違いは、実肥を施用した場合、食味に大きく影響しているが、玄米中の窒素濃度にはさしたる影響を及ぼしていないことである。このことは、食味性には、玄米中の窒素濃度のみではなく、他の質的因子が関与

していることを推定させる。玄米の窒素含量からのみでは食味の善し悪しを説明しきれないことを示す一事例である。

(3) 穂肥時期と食味

① 穂肥時期と玄米窒素濃度

食味性を評価する際には多くの因子を考慮するが、無機要素としては窒素が主に挙げられている。玄米中の窒素濃度は品種によって異なるが、コシヒカリでは窒素含量が1.3~1.4%を超すと食味が急激に低下するとされている。食味に最も影響するとされる実肥施用の適否の判断基準として、出穂期の葉身の窒素濃度が採用されることが多い。丹野らはコシヒカリで出穂期の窒素濃度と玄米の窒素濃度との関係を検討し、実肥で玄米の窒素濃度が増加するとの従来の結果を追認したが、同時に、実肥のみでなく、穂肥のみでも玄米の窒素濃度を食味低下限界値にまで高める可能性を示した²⁾。穂肥時期がコメの窒素濃度に影響を及ぼす程度はどのようなものか、表3を基にみると、ここで明らかなことは、出穂期に近い追肥ほどコメの蛋白含量を増加させていることである。特に出穂期の追肥が玄米生産量の増加に働く以上に玄米中の窒素濃度を高めることがわかる³⁾。

一方、穂肥については、穎花分化期の追肥が収量を上げつつ蛋白含量の増加を抑えていることが

表3 窒素の基肥量および追肥の時期を異にした場合の玄米タンパク質含有率とタンパク総量 (本庄1971)

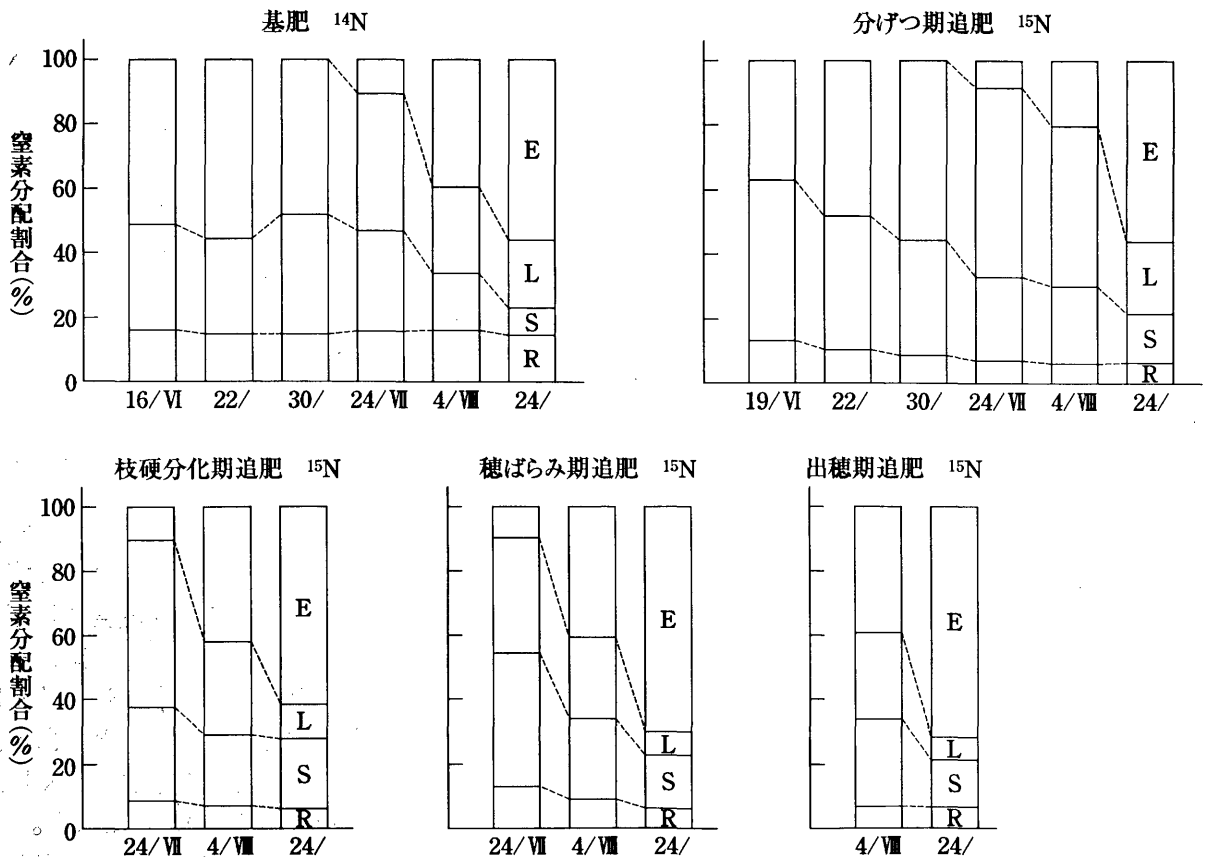
区	N元肥	N追肥(月,日)				N合計	タンパク質(乾物)(%)	株当たり収穫(風乾物)	
		穂首分化期(7.9)	類花分化期(7.19)	減数分裂期(7.25)	出穂期(8.8)			玄米量(g)	タンパク質(mg)
1	1.5	—	—	—	—	1.5	8.14	15.9	1.129
2	1.5	—	0.75	—	—	2.25	9.44	19.2	1.582
3	1.5	—	—	—	0.75	2.25	10.83	16.3	1.547
4	0.75	0.75	—	—	—	1.5	9.31	14.1	1.148
5	0.75	—	0.75	—	—	1.5	10.06	15.8	1.389
6	0.75	—	0.375	0.375	—	1.5	10.06	16.2	1.428
7	0.75	—	—	0.75	—	1.5	10.14	14.7	1.300
8	0.75	—	—	—	0.75	1.5	11.76	14.1	1.452

注 N量はポット当たりg, P₂O₅, K₂Oは各ポット当たり1.5g基肥として施用

注目される。普通作の場合、登熟に必要な炭水化物は、出穂後の光合成に7~8割依存している、2~3割は出穂期までの貯蔵澱粉によって補われているが、窒素含量が高い状態で生育を推移した場合には、籾の炭水化物は大部分を出穂期の光合成に依存しているので、籾数に応じた光合成能を

葉が保持していない場合に実肥の効果がある⁴⁾。従って、類花分化期の追肥は籾数の増加に効果を発揮するが、籾数に応じ、葉に適正な光合成能が保持されているのであれば、実肥に期待しなくても穂肥でかなりの収量を確保することが可能なことを示している。

図3 各生育期別追肥窒素の稲体器管への分配パターン (折谷ら, 1984)



E:穂、L:葉身、S:葉鞘+茎、R:根

② 穂肥が食味に影響を与える機構

穂肥によって吸収された窒素の行方はどうか。図3⁵⁾に基肥と各追肥時期に吸収された窒素の行方を示す。分けつ期追肥の吸収窒素は、葉鞘+茎から葉へ、葉から穂へとしだいに移行し、基肥窒素と類似したパターンをとっている。しかし、枝梗分化期追肥では、追肥後から早期に穂部へ移行する窒素が出始め、葉身への分布割合が急激に低くなっていく。この傾向は穂ばらみ期追肥でも同様となる。出穂期に追肥した場合は、追肥直後から直接穂部へ移行する窒素割合が高くなっていることが注目されるが、これら生育時期別追肥窒素の穂部への移行割合は、分けつ期追肥52%、枝梗分化期追肥58%、穂ばらみ期追肥70%、出穂期72%となる。これらの結果、穂の全窒素含量は穂ばらみ期及び出穂期の窒素追肥によってそれ以前の追肥よりも著しく増加することが認められている。

このように、穎花分化期の追肥窒素が穂部へ直接移行する割合はまだ少なく、茎葉を経由する割合が多い。即ち、吸収窒素が茎葉の生長に費やされる部分がまだ多いことを示している。穂ばらみ期以降になると穂部への移行が急激に高くなっていくが、このことは、穂ばらみ期以降に吸収された窒素は茎葉の生長よりも穂の蛋白の増加に多くが費やされることを推測させる。

(4) 適正な追肥と食味維持

実肥の施用が玄米の窒素濃度を高め、食味を低下させる可能性があることから、実肥を控える施肥法が営農現場では広がっている。ここで示したように、実肥が食味を低下させる一原因であることは否めない。しかしながら、実肥を減らせばあるいは止めれば食味性が向上するとは必ずしも言えない側面もある。特に止葉期追肥は施肥窒素の穂への移行割合が高いため、適正でない場合には玄米の窒素濃度を高め、食味を低下させる危険性をはらんでいると言えよう。また一方、穎花分化期追肥のように早い時期に追肥し、止葉期追肥をしていないような場合には、実肥を施用しても必ずしも食味の低下をもたらさない事例も見られる。

要するに、出穂期の葉の光合成能が確保されるような的確な生育診断に則った施肥管理、あるいは

は、高収に必要な窒素を生育の前半に吸収させ、幼穂形成期以降の窒素の吸収を緩慢にするような施肥管理が良食味米生産に適した稲作りと言える。

以上、追肥窒素が食味に及ぼす影響についていくつかの試験例を示して検討した。食味を支配する要因及び機作の解明については未だ研究途上にある。成分の面からは、無機成分含量の関わりでの解明から、蛋白質や水溶性糖類の消長の視点での検討に移っている。さらに、単一の因子のみで食味性を評価しようとするのではなく、物性も加味した理化学的評価法の確立を目指し研究が精力的に行われている。食味の評価を官能評価から客観的評価に変える試みであり、精度の高い評価法が提供されれば、施肥窒素の食味に対する関与機作もかなり解明されるものと期待されるであろう。

参考文献

- 1) 佐々木泰之. 1989. 稲の栽培条件と品質. 稲と米—品質を生かす—. 農林水産省農業研究センター・生物系特定産業技術研究推進機構. 49—66.
- 2) 丹野文雄・飯島正光. 1991. 水稻の栄養診断と予測技術に関する研究. 第6報. 粒厚及び分けつ別の玄米への窒素集積特性と玄米窒素濃度の予測法・福島県農業試験場研究報告. 30. 1—10.
- 3) 本庄一雄. 1971. 米のタンパク含量に関する研究. 第2報. 施肥条件の違いが玄米のタンパク質含有率およびタンパク質総量に及ぼす影響. 日本作物学会紀事. 40. 190—196.
- 4) 河野道佳. 1987. 施肥の個別技術, 植物栄養 土壤肥料大辞典. 604—611.
- 5) 折谷隆志・葭田隆司. 1984. 作物の窒素代謝に関する研究. 第18報. 水稻の葉面生長, 蛋白合成及び sink 形成における追肥窒素の利用に関する研究. 日本作物学会紀事. 53(2). 204—212.