

暖地水田における地力窒素発現パターンと施肥の診断

第3報 アンモニア化成交量による水田土壌の地力窒素供給量の 評価と水稻収量性

山本 富三・田中 浩平・角重 和 浩

(福岡県農業総合試験場)

1993年7月28日受理

要 旨 : 稲作期間中に水稻に供給される地力窒素の量との関連が高く、適正な基肥量判定の基となる簡易指標を得るため、筑後川流域の灰色低地土水田土壌(細粒~中粗粒質)を対象に、アンモニア化成交量(風乾土を30°Cで4週間湛水静置後に生成するアンモニア態窒素量)の適用性について検討した。湛水前に採取した水田作土のアンモニア化成交量を測定するとともに、同圃場の窒素無施用区の水稲窒素吸収量を地力窒素吸収量として、両者の比較を行った。室内実験により得た乾土100g当たりのアンモニア化成交量(mg/100g)から、同圃場において調査した作土深と容積重を基に、作土重量で換算し、作土10a当たりのアンモニア化成交量(kg/10a)を求めた。このようにして得られた10a当たり化成交量と地力窒素吸収量との間には高い相関が認められた。10a当たり化成交量に対する地力窒素吸収量の割合は、調査圃場の平均でニシホマレが42%、ヒノヒカリが40%であり、細粒および中粗粒質土壌間での相違はみられなかった。したがって、10a当たり化成交量を求めることにより、その4割を中生品種の地力窒素吸収量とみなすことができる。以上の結果を基に、10a当たりアンモニア化成交量を水田土壌の地力窒素供給量の指標として、水稻の収量性や基肥適量の診断のために活用することができた。

キーワード : アンモニア化成, 水田土壌, 施肥量, 窒素吸収量, 地力窒素。

Patterns of Soil Nitrogen Release in Paddy Fields of Warm Regions in Japan and Diagnosis of Fertilizer Application III. Evaluation of amount of soil nitrogen supplied from paddy fields in relation to rice yield : Tomizou YAMAMOTO, Kouhei TANAKA and Kazuhiro KADOSIGE (*Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818, Japan*)

Abstract : It was investigated whether the amount of ammonification could be used as an index of soil analysis for fertilizer application, which was related with the amount of soil nitrogen supplied from paddy fields. The amount of ammonification was shown by the amount of ammonium nitrogen released by incubation of the air-dried soils at 30°C in 4 weeks. The amount of ammonification of the top soils in the Tikugo basin was compared with the amount of soil nitrogen absorbed by rice plants, which was estimated from the nitrogen accumulated in the rice plant grown with no nitrogen fertilizer. The amount of ammonification was expressed as kg per 10a by using the depth and the volume weight of topsoil. The amount of ammonification obtained by indoor experiment was found to be correlated with the amount of soil nitrogen absorbed by rice plants. The rate of the latter to the former was 42% in 'Nishihomare' and 40% in 'Hinohikari' on the average of the experimental fields, and there was little difference of between fine textured soils and coarse textured soils. Based on the above results, it was concluded that the amount of ammonification could be used to estimate the rice yield and to determine the optimum rate of fertilizer application.

Key words : Ammonification, Nitrogen uptake, Paddy soils, Rate of Fertilizer application, Soil nitrogen.

前報まで、福岡県内の代表的な水田土壌について、速度論的方法^{3,6)}を適用して地力窒素発現特性について調べ、稲作期間中の地力窒素発現量の推定を行うとともに、その違いが水稻の窒素吸収や生育・収量に及ぼす影響を解析し、地力窒素発現量に応じた適正な施肥の診断法について明らかにしてきた^{11,12)}。

しかし、長期培養実験を基としたこれらの方法は、操作が煩雑で時間を要し、実際場面で施肥技術への適用をはかるには、地力窒素発現予測法の簡素化をはかることが必要であるなど、まだいくつかの問題

点が残されている。

ところで、現在水田土壌における地力診断や施肥診断の場面を考えてみると、地力窒素に対する考慮が十分には行われているとは言えず、地力窒素の評価基準が明確に設定されているわけではなく、また地力窒素の水準に応じた適正な施肥量の算定基準は見受けられない。そのため、前報¹¹⁾では窒素無施用区の水稲窒素吸収量により示される地力窒素吸収量を指標として、水稻の収量性との関連や施肥量の診断方法について明らかにした。しかし、実用的な面からみると、地力窒素吸収量と関連性の高い土壌分

析結果からの簡易指標を見いだすことが必要である。

例えば、従来から水田土壌の潜在的な窒素地力を表す指標として、アンモニア化成量(風乾土を 30°C, 4 週間湛水保温静置した後に生成するアンモニア態窒素量)が測定されてきた¹⁾。そして、この値がもつ意義について、近年和田ら^{15,16)}や犬伏ら²⁾により湿潤土と風乾土の無機化過程における比較、土壌の全窒素量やクロロフィル様物質との関係などが明らかにされ、また鳥山⁷⁾らは数年間にわたりこの値の季節変動を調べ、その変動に規則性のあることを報告している。

しかし、実際場面において、この値と稲作期間中に水稻に供給される地力窒素の量との関係について、水稻の収量性と関連づけて比較検討した事例は見当たらず、またこの値を施肥量診断の指標として活用している事例もほとんどない。九州地域の土壌診断基準をみても、この値の改善目標値として 8~15 mg/100 g と示されているに過ぎず、基準幅が広い上に、肥沃度との関係も明確であるとはいえない。

そのため、本報では、福岡県内筑後川流域の灰色低地土水田土壌を対象に、作土のアンモニア化成量と同水田圃場における地力窒素吸収量や水稻収量性との関係について解析を行い、基肥量診断の指標としてのアンモニア化成量の適用性について検討したので、その結果を報告する。

なお、東北や北陸地域においては、春先の耕起から代かき時までの土壌の乾燥程度が年次間で異なることから、水稻にたいして乾土効果の影響を考慮することが必要であるとし、鳥山ら⁸⁾は乾土効果の発現する限界水分値が pF 4 前後であることを明らかにし、また上野ら^{9,10)}は乾土効果を考慮した地力窒素発現量の推定法を、中西ら⁵⁾は気象情報による乾土効果の簡易推定法を提唱している。しかし、本調査は麦収穫後の 6 月下旬移植の水稻を対象にしており、5 月下旬から 6 月上旬にかけて小麦またはビール大麦を収穫し、その後耕起して代かきに至るが、この期間は暖地では梅雨入りを控え、降水量の多い時期であり、乾土効果の影響を考慮するまで土壌が乾燥することは少ないと考えられる。また、この期間の平均地温は 20°C 前後~それ以上であり、春先に乾土効果により無機化した窒素は、吉野・出井¹⁴⁾が指摘するように畑状態で経過する間に、硝酸となって流亡あるいは脱窒によって消失すると考えられ

る。したがって、暖地水田においては乾土効果の影響は小さいと考え、アンモニア化成量を狭義の乾土効果としてではなく、潜在的窒素地力の尺度として捉え、地力窒素吸収量や水稻の収量性との比較を行った。

材料と方法

供試水田は、福岡県農業総合試験場本場(筑紫野市, 中粗粒灰色低地土, 土性 SL) および筑後分場(三潴群大木町, 細粒灰色低地土・灰色系, 土性 LiC) 内において、有機物の施用来歴や耕起深度が異なる水田圃場ならびに三井郡北野町の現地水田圃場(細粒灰色低地土・灰褐色系, 土性 CL) である(第 1 表)。

代かき前および水稻収穫後に、各水田圃場から作土を採取し、風乾・砕土後の試料について、アンモニア化成量を測定した。風乾土 15~20 g と純水 30~35 cc を内径 25 mm, 高さ 120 mm のインキュベート管に加え、湛水状態で 30°C の定温室に静置し、4 週間後に取り出して、10% 塩化カリウム溶液で浸出後、水蒸気蒸留法により土壌窒素の無機化によって生成するアンモニア態窒素量を測定し、定温静置前のアンモニア態窒素量を差し引いて求めた。

同水田圃場に施肥区および窒素無施用区を設け、水稻の生育収量と乾物重並びに窒素吸収量の推移について調査した。そして、窒素無施用区の窒素吸収量を水稻による地力窒素吸収量として、アンモニア化成量との比較を行った。

1986~1988 年に、中生品種ニシホマレを供試して調査を実施した。また、1988~1991 年には、中生の良食味品種ヒノヒカリについて、同様の調査を実施した。試験区の面積は 1 区 15~30 m² で、2 反復とした。施肥区の窒素量は、ニシホマレが基肥 10 a 当たり 7 kg, 穂肥が 5~6 kg であり、ヒノヒカリは圃場により基肥 6, 4.5, 3 kg を設定し、穂肥を 3.5 kg とした。なお、リン酸は 10 a 当たりニシホマレで 7 kg, ヒノヒカリで 6 kg を基肥に施用し、カリは窒素量と同量を基肥および穂肥に施用した。栽植密度は 22.2 株/m² で、稚苗を 6 月 15~20 日に移植した。収穫期は 10 月中~下旬であった。

結果と考察

1. アンモニア化成量と年次推移

調査圃場(農総試本場: N-1~6, 筑後分場: C-1~5, 北野: K) の風乾土アンモニア化成量の年次推移を第 2 表に示した。

第1表 供試水田圃場の概況。

地域	圃場 ¹⁾	有機物の 施用来歴 ^{2,3)}	全炭素 ⁴⁾	全窒素 ⁴⁾
本 場	N-1	△	1.32±0.11	0.110±0.008
	N-2	△	1.97±0.18	0.170±0.019
	N-3	○	2.21±0.16	0.166±0.009
	N-4	○	1.96±0.10	0.167±0.006
	N-5	○	1.98±0.19	0.171±0.008
	N-6	◎(牛ふん堆肥)	2.45±0.20	0.203±0.011
筑 後	C-1	△	3.15±0.38	0.276±0.036
	C-2	◎(稲わら)	4.34±0.37	0.324±0.022
	C-3	○	3.26±0.10	0.272±0.014
	C-4	◎(牛ふん堆肥)	3.85±0.29	0.309±0.025
	C-5	◎(稲わら)	3.41±0.23	0.287±0.009
北野	K	△	2.39±0.09	0.209±0.014

- 1) 農総試本場(N 土壌), 筑後分場(C 土壌), 北野試験地(K 土壌)内における圃場番号。
- 2) ◎: 施用多い△: 施用少ない。なお, 本場: N-1~5は, '83~'85年に牛ふん堆肥2~4tを施用して, 地力増強を行う。さらに, N-1, 2は '85年春に深耕(20~30cm)後, 堆肥2tを施用。
- 3) ()は, その資材を本場では '85年水稻収穫後から, 筑後では '84年水稻作付前から連用している。稲わらは, 連用区を除き搬出している。
- 4) 移植前の土壌についての平均値。N-1, N-3, C-2~5, Kは3年間, その他は6年間の平均値±標準偏差。

第2表 アンモニア化成量の年次推移。

地 域	圃 場	アンモニア化成量 (mg/100 g)								
		'86.6	'86.11	'87.6	'87.11	'88.6	'88.11	'89.6	'90.6	'91.6
本 場	N-1	8.9	—	9.5	—	10.5	—	—	—	—
	N-2	9.8	11.6	13.0	12.2	11.4	13.1	10.8	12.4	11.5
	N-3	11.4	11.0	10.5	12.3	12.2	13.8	—	—	—
	N-4	10.9	11.7	12.4	12.3	11.6	11.4	10.6	9.2	9.1
	N-5	10.2	12.1	11.5	11.5	10.6	12.3	11.2	11.1	12.2
	N-6	11.0	12.8	15.1	13.5	14.8	16.6	14.5	13.3	13.7
筑 後	C-1	23.9	28.0	21.9	27.5	20.6	—	25.4	26.4	27.8
	C-2	28.4	35.9	26.4	36.0	23.3	—	—	—	—
	C-3	24.9	29.5	29.1	29.8	22.5	—	—	—	—
	C-4	25.6	30.9	32.4	34.5	22.4	—	—	—	—
	C-5	25.2	30.1	29.8	32.4	22.9	—	—	—	—
北野	K	19.7	20.3	17.6	18.1	18.6	19.2	—	—	—

- 1) 農総試本場(N 土壌), 筑後分場(C 土壌), 北野試験地(K 土壌)内における圃場番号。N-6, C-4は牛ふん堆肥連用圃場, C-2, C-5は稲わら連用圃場。
- 2) —は測定せず。

室内実験により求められた乾土 100 g 当たりのアンモニア化成量は, 筑後川下流域の肥沃な筑後分場内の細粒質水田土壌で非常に多く, 筑後川中流域に位置する北野土壌がこれに次ぎ, 農総試本場内の中粗粒質水田土壌では, 両地域よりも少なかった。また, 本場内の水田圃場の比較では, 牛ふん堆肥連用圃場である N-6 土壌が他土壌より高い値で推移し,

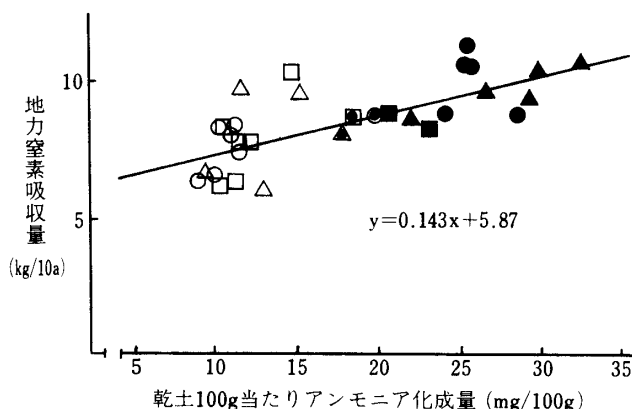
有機物等の施用がなく, 地力増強程度の低い N-1 土壌で, 最も少なく推移した。

各水田圃場におけるアンモニア化成量の年次間差についてみると, 牛ふん堆肥や稲わら等有機物の連用土壌(N-6, C-4, C-5)でやや年次変動が大きく, また N-4 土壌で 1989 年以降に化成量の年々低下する傾向が認められた。しかし, 他の土壌については,

年次間にそれほど大きな変動はみられなかった。なお、稲作期間の前後において、化成量は農総試本場内の中粗粒質土壌で同等またはやや増加の傾向が、筑後分場内の細粒質土壌ではかなりの増加がみられた。このことについては、湛水期間中に水田作土の表層では、藻類その他微小植物による遊離窒素固定作用により可分解性の有機態窒素が集積し、風乾土アンモニア化成量が増加すると報告^{4,7,13)}されていることから、本試験においても一致した結果が得られたとみられる。

2. アンモニア化成量と稲作期間中の地力窒素吸収量

代かき前に採取した水田作土の風乾土アンモニア化成量と稲作期間中に水稻に供給される地力窒素量との関係について調べるため、窒素無施用区の水稲



第1図 ニシホマレにおける乾土100g当たりアンモニア化成量と地力窒素吸収量。

○ 本場 '86, ● 北野 '86, ● 筑後 '86
△ " '87, ▲ " '87, ▲ " '87
□ " '88, ■ " '88, ■ " '88

窒素吸収量を水稻による地力窒素吸収量として、アンモニア化成量との比較を行った。

室内実験により求めた乾土 100 g 当たりのアンモニア化成量 (mg/100 g) と地力窒素吸収量との比較では、農総試本場内の土壌と筑後分場内の土壌とがそれぞれ別のグループに別れ、アンモニア化成量と地力窒素吸収量との間にそれほど明確な関係は認められなかった(第1図)。したがって、圃場レベルでの地力窒素供給量を評価するような場合には、アンモニア化成量を乾土 100 g 当たりの濃度単位として用いることは不適当と考えられたことから、作土重量で換算することにより、10 a 当たりのアンモニア化成量として評価することとした。

そのため、毎年土層の安定する水稻収穫後に作土深と容積重を調査し、作土重量を算出し、作土 10 a 当たりのアンモニア化成量 (kg/10 a) を求めた(第3表)。なお、作土 10 a 当たり化成量への換算は、作土深 10 cm、容積重 100 g/100 cc の場合の 10 a 当たり作土中乾土重量は 100 t となることから、室内実験で得られた乾土 100 g 当たりの化成量 (mg/100 g) に次式に示す換算係数: f を乗ずることで行った。

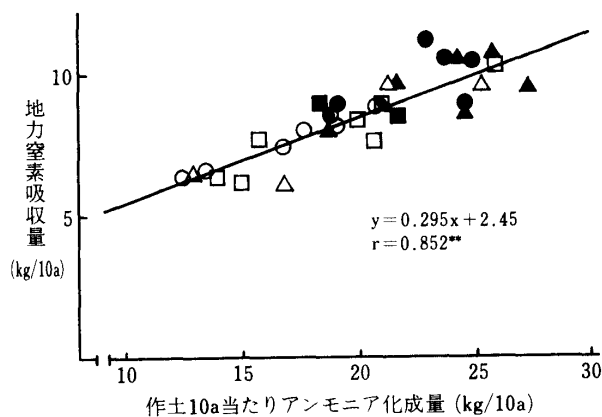
$f = \text{作土深 (cm)} / 10 \text{ (cm)} \times \text{容積重 (g/100 cc)} / 100 \text{ (g/100 cc)}$

このようにして求めた作土 10 a 当たりアンモニア化成量と中生品種ニシホマレの地力窒素吸収量との間には高い相関が認められ、地域や年次間で両者の関係に大きな違いはみられなかった(第2図)。したがって、灰色低地土水田土壌におけるアンモニア化成量と地力窒素吸収量との関係は、各調査年次を

第3表 作土 10a 当たりアンモニア化成量。

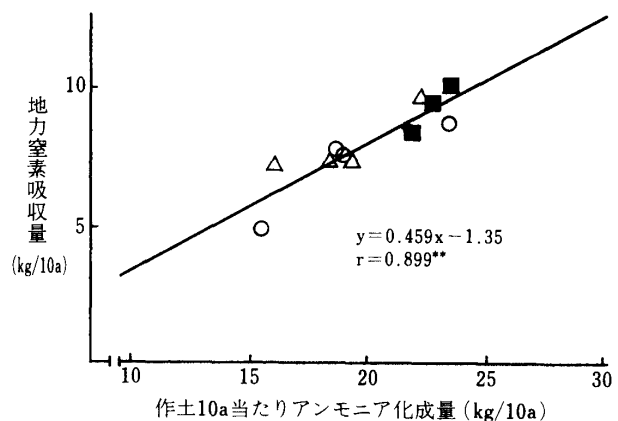
地 圃 域 場		作土 10a 当たりアンモニア化成量 (kg/10 a)								作土深 ¹⁾ (cm)	容積重 ²⁾ (g/100 cc)
		'86.6	'87.6	'88.6	'86～88 平均	'89.6	'90.6	'91.6	'86～91平均		
本 場	N-1	12.4	12.9	15.1	13.5	—	—	—	—	11.0±0.0	127± 4
	N-2	13.5	16.9	14.0	14.8	15.7	18.6	16.8	15.9	11.9±0.6	117± 6
	N-3	16.7	14.5	15.9	15.7	—	—	—	—	12.0±0.6	115± 1
	N-4	17.6	21.9	20.8	20.1	18.9	16.2	15.2	18.4	14.4±0.5	120± 3
	N-5	19.3	21.3	20.1	20.2	19.0	19.4	21.5	20.1	15.6±0.7	116± 7
	N-6	21.6	25.3	25.9	24.3	23.5	22.4	24.2	23.8	15.7±1.1	111± 8
筑 後	C-1	19.1	24.7	18.5	20.8	21.3	22.6	23.6	21.6	10.6±1.2	85± 4
	C-2	24.6	21.5	21.1	22.4	—	—	—	—	11.1±0.1	78± 4
	C-3	24.5	27.4	22.7	24.9	—	—	—	—	11.3±0.2	87± 5
	C-4	23.7	25.7	23.6	24.3	—	—	—	—	11.3±0.3	82±10
	C-5	22.9	24.9	22.0	23.3	—	—	—	—	11.5±0.2	79± 5
北野 K		18.9	19.0	20.7	19.5	—	—	—	—	11.0±0.0	95± 7

1), 2) N-1, N-3, C-2~5, K は 3 年間, その他は 6 年間の平均値±標準偏差。



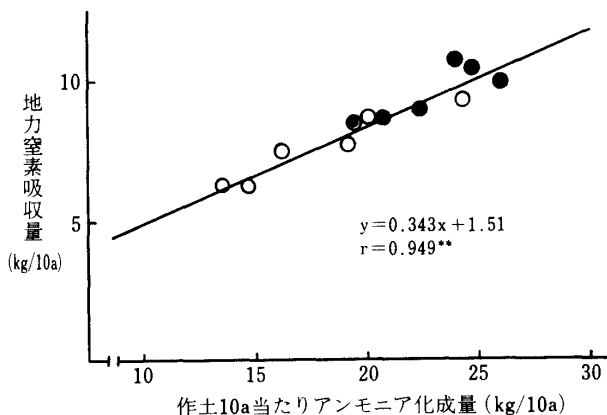
第2図 ニシホマレにおける10a当たりアンモニア化量と地力窒素吸収量。

○ 本場 '86, ● 北野 '86, ● 筑後 '86
△ // '87, ▲ // '87, ▲ // '87
□ // '88, ■ // '88, ■ // '88



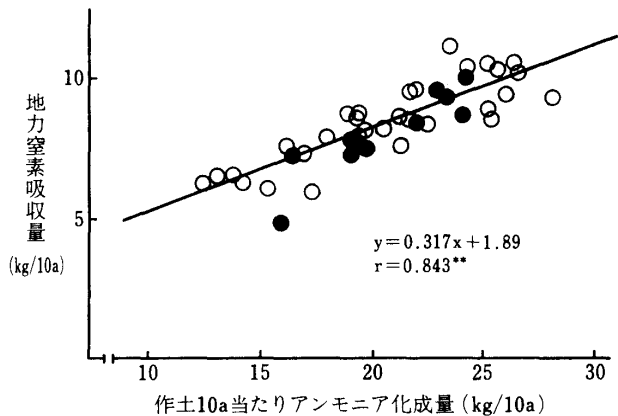
第4図 ヒノヒカリにおける10a当たりアンモニア化量と地力窒素吸収量。

■ 筑後 '88, ○ 本場 '89, △ 本場 '90



第3図 ニシホマレにおける10a当たりアンモニア化量と地力窒素吸収量（平均値）。

○ 本場, ● 北野, ● 筑後



第5図 ニシホマレ及びヒノヒカリにおける10a当たりアンモニア化量と地力窒素吸収量。

○ ニシホマレ, ● ヒノヒカリ
ニシホマレ, ヒノヒカリの調査結果を同一図上で示した。

平均して得られた第3図により、的確に示すことができると考えられた。

同様に、1988～1991年に中生の良食味品種ヒノヒカリについて、作土10a当たりアンモニア化量と地力窒素吸収量との関係を調査した。なお、1991年は2度の台風に見舞われ著しい低収となり、水稻の窒素吸収量も非常に少なかったため、この年を除いた3年間の調査結果で示した。ヒノヒカリにおいても、作土10a当たり化量と地力窒素吸収量との間には高い相関がみられた（第4図）。

ニシホマレの場合とは調査年次が異なり、各年の調査圃場数も少なかったため、得られた回帰式は異なった。しかし、ニシホマレとヒノヒカリの調査結果を同一の図上に表す（第5図）と、地力窒素吸収量の著しく少なかったヒノヒカリの一栽培圃場を除いて、両者はほぼ同様な分布を示した。

作土10a当たりアンモニア化量に対する中生品種ニシホマレの地力窒素吸収量の割合を調査圃場ごとに求めてみると、38～46%の範囲にあり、地域間差はみられず、調査圃場全体の平均値は42%であった。また、中生の良食味品種ヒノヒカリにおける調査圃場の10a当たり化量に対する地力窒素吸収量の割合は35～42%の範囲にあり、平均は40%であった（第4表）。

これらのことから、筑後川流域の灰色低地土水田土壌においては、代かき前に作土を採取し、風乾土アンモニア化量を測定して作土10a当たり化量を求めることにより、その4割を中生水稻品種の地力窒素吸収量とみなすことができる。

3. アンモニア化量と水稻収量

前報¹¹⁾で、地力窒素吸収量と水稻収量性との関係について報告したが、地力窒素吸収量と作土10a当

第4表 作土10a当たりアンモニア化成量に対する水稻ニシホマレ、ヒノヒカリの地力窒素吸収量の割合。(%)

圃場	地力窒素吸収量/化成量 × 100	
	ニシホマレ ¹⁾	ヒノヒカリ ²⁾
N-1	46	—
N-2	42	35
N-3	45	—
N-4	40	42
N-5	43	39
N-6	38	40
C-1	42	—
C-2	40	—
C-3	38	41
C-4	42	42
C-5	45	38
K	43	—
平均	42	40

1) 1986～1988年の平均値で示す。

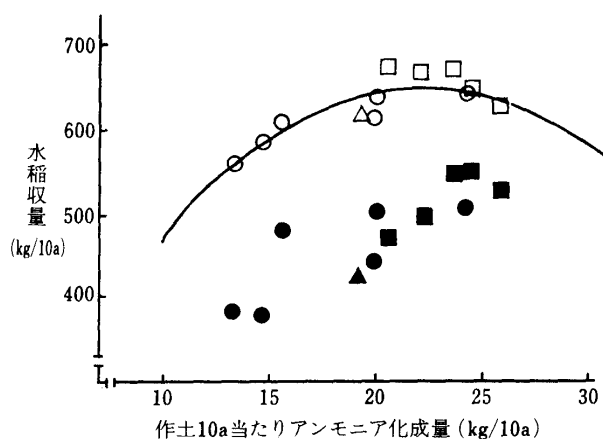
2) 本場(N土壌)は1989～1990年の平均値で示す。筑後(C土壌)は1988年の値を示す。

たりアンモニア化成量との間には前述のように一定の関係が認められることから、10a当たり化成量を水田土壌の地力窒素の指標として、水稻収量性との関係について検討した。

10a当たりアンモニア化成量と窒素無施用ならびに標準施肥条件下での水稻ニシホマレの収量(3年間の平均値)との関係についてみると(第6図)、窒素無施用区ではアンモニア化成量の増加に比例して、収量は高くなるのが認められた。一方、標準施肥条件下での収量は、アンモニア化成量が少ない範囲においては、化成量の増加に伴って高くなるが、化成量が21～22kgまでなると、頭打ちとなるのがみられた。この理由として、化成量が非常に多い圃場では、茎数が多いにもかかわらず、有効茎歩合や1穂粒数の減少程度が大きくなり、収量に結びつかないことが考えられた。

この結果は、ニシホマレに対して一定の標準施肥条件下で行ったものであり、実際には地力窒素の量に応じた施肥量の増減を考慮しておかなければならないが、第6図に示す調査結果から、10a当たり化成量と標準施肥条件下におけるニシホマレの収量性との関係については、化成量が15kg前後の圃場では580kg程度、20kg前後の圃場では640kg程度であり、平均収量が600kg以上となる水田圃場の10a当たり化成量は17～18kg以上と推察された。

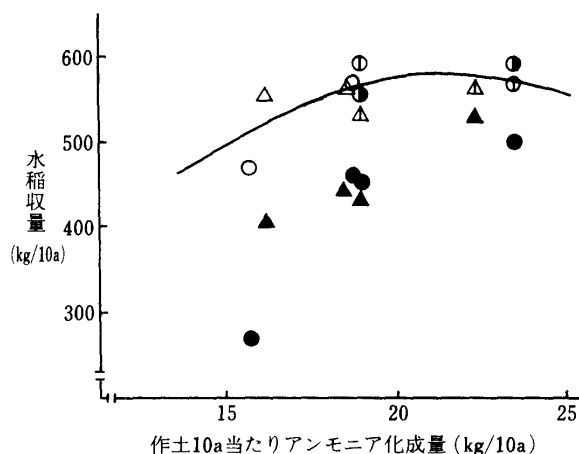
次に、農総試本場内の地力増強程度が異なる圃場



第6図 10a当たりアンモニア化成量と水稻ニシホマレの収量(3年間の平均値)。

○ 本場・標準施肥*, ● 本場・窒素無施用
△ 北野・標準施肥*, ▲ 北野・窒素無施用
□ 筑後・標準施肥*, ■ 筑後・窒素無施用

* 福岡県施肥基準に準じ、本場及び北野は10a当たり基肥7kg, 穂肥3+2kg, 筑後は基肥7kg, 穂肥3.5+2.5kgを施用した。



第7図 10a当たりアンモニア化成量と水稻ヒノヒカリの収量。

1989年; ○ 基肥6kg, ① 基肥4.5kg,
● 基肥3kg, ● 窒素無施用
1990年; △ 基肥6kg, ▲ 基肥4.5kg,
▲ 窒素無施用

農総試本場内水田圃場で調査した。

で、施肥量を変えてヒノヒカリを栽培した場合の10a当たりアンモニア化成量と収量との関係についてみると(第7図)、窒素無施用区の収量は化成量が多くなるのに応じて高くなるのが認められた。施肥区については、化成量が少ない圃場では施肥の効果が顕著に認められ、化成量の増加に伴って収量は増加した。しかし、化成量が19kg近くになると収量は頭打ちとなるのがみられた。また、化成量のレベルご

とに基肥量と収量との関係を見ると、化成量が19 kg 前後の圃場では基肥窒素量は4.5 kg 程度でよいこと、さらに化成量が多くなり22~23 kg になると、3.0 kg 程度まで減肥してよいことが認められた。

以上のように、水田土壤のアンモニア化成量と水稻の地力窒素吸収量や収量性との関係について調査した結果、アンモニア化成量と地力窒素吸収量との間に高い関連性が認められたことから、水田土壤の地力診断を行う場合や窒素肥沃度に対応した施肥について考える場合、稲作期間中の地力窒素供給量と関連の高い指標として活用することが可能である。ただし、室内実験で得た乾土100 g 当たりアンモニア化成量の値を作土重量で換算し、作土10 a 当たりの総量として評価することが必要である。

なお、本報で得られた内容は、福岡県筑後川流域の灰色低地土水田における調査結果に基づいて得られたものであり、他の地域における適用性については検討の余地が残る。水田土壤の生産力との関係についてみると、地力窒素の多少は土壤生産力の大きな要因の一つであるが、その他にも土壤の透水性やち密度、塩基交換容量など他の土壤条件が制限要因となることが考えられる。

以上のことから、今後は地域や土壤条件が異なる場合において、アンモニア化成量と地力窒素吸収量や水稻収量性との関係について検討することが必要である。また、本研究は中生品種を対象に実施したものであるが、さらに熟期が異なる他の品種群についての検討も必要である。

引用文献

1. 土壤養分測定法委員会編 1970. 水田土壤の乾土効果と温度上昇効果. 土壤養分測定法 209—212.
2. 犬伏和之・和田秀徳・高井康雄 1985. 窒素無機化過程とアンモニア化成量. 土肥誌 56: 404—408.
3. 金野隆光・杉原 進 1986. 土壤生物活性への温度影響の指標化と土壤有機物分解への応用. 農環研報 1: 51—68.
4. 弘法健三・上原秀夫 1943. 稲作期間に於ける水田土壤の肥沃化に就いて. 土肥誌 17: 344—346.
5. 中西政則・藤井弘志・斉藤洋助・五十嵐真一・桜井博・横尾信彦・渡部賢治・早坂 剛・中野憲司 1991. 気象情報を利用した乾土効果の簡易推定法とその活用事例. 農及園 66: 37—42.
6. 杉原 進・金野隆光・石井和夫 1986. 土壤中における有機態窒素無機化の反応速度論的解析法. 農環研報 1: 127—166.
7. 鳥山和伸・飯村康二 1987. 北陸地域の細粒強グライ水田作土における土壤窒素供給力の季節変動. 土肥誌 58: 671—676.
8. ———・関屋信一郎・宮森康雄 1987. 湛水前の土壤乾燥が土壤窒素無機化量に及ぼす影響の定量的把握. 土肥誌 59: 531—537.
9. 上野正夫・佐藤之信・熊谷勝己・大竹俊博 1989. 水田の乾土効果発現量の予測と水稻の生育反応. 土肥誌 60: 167—171.
10. ———・—————・————— 1990. 速度論的解析法による土壤窒素発現予測システム. 土肥誌 61: 273—281.
11. 山本富三・田中浩平・角重和浩 1992. 暖地水田における地力窒素発現パターンと施肥の診断. 第1報 地力窒素の発現が暖地水稻ニシホマレ、ヒノヒカリの生育、収量に及ぼす影響. 日作紀 61: 369—374.
12. ———・—————・————— 1992. 暖地水田における地力窒素発現パターンと施肥の診断. 第2報 水田土壤の窒素無機化特性と水稻生育期間中の窒素吸収パターン. 日作紀 62: 363—371.
13. 山根一郎・細川玲子 1956. 稲作湛水期間中に於ける水田土壤の肥沃化について. 東北農試研報 10: 125—128.
14. 吉野 喬・出井嘉光 1977. 土壤窒素供給力の有効積算温度による推定法について. 農事試報 28: 91—113.
15. 和田秀徳・犬伏和之・上原洋一・高井康雄 1981. 全窒素量とアンモニア化成量との関係. 土肥誌 52: 246—252.
16. ———・—————・高井康雄 1982. クロロフィル様物質とアンモニア化成量との関係. 土肥誌 53: 380—384.