

水田における有機質肥料および有機入り化成肥料の C/N 比と窒素肥効の関係

細川幸一*・西川大樹**・西野領之輔**・八杉峻也**
西浦愛子*・斉藤正志*・大西雄幸*

Relationship between the C / N ratio of Organic fertilizer and Nitrogen Fertilizer Response in Paddy Field.

Kouichi HOSOKAWA・Daiki NISHIKAWA・Ryounosuke NISHINO・Ryouya Yasugi
Aiko NISHIURA・Masashi SAITOU・Yuukou OHNISHI

福井県内に普及している有機質肥料，有機入り化成肥料の C/N 比と窒素分解率およびポットで栽培したイネの窒素吸収量の間に負の相関関係が認められた．有機質肥料の窒素肥効を予測するには反応速度論的手法が有効であるが，簡易法として C/N 比が指標となり得ると考えられた．

キーワード：有機質肥料，C/N 比，窒素肥効

Key words: Organic fertilizer, C/N ratio, Nitrogen fertilizer response

I. 緒言

有機栽培や特別栽培の拡大に伴い様々な有機質肥料や有機入り化成肥料が使用されている．一方で，水稲における有機栽培の技術的課題のひとつに有機質肥料の施用量の判断が難しいことも挙げられている⁸⁾．有機質肥料の窒素肥効を推定する方法として，肥料原料の反応速度論的解析に基づく窒素肥効推定システムが開発されている³⁾．しかし，肥料原料の組成に関する情報が必用であり，生産者段階では情報の入手が難しいことがある．また，福井県の水稲生産者の多くは，既に何らかの有機質肥料もしくは有機入り化成肥料を使用しているため，相対比較が可能な一定の目安を示すことが重要であると考えられる．そこで，測定が比較的簡便で，有機物の窒素放出との関連性が深い C/N 比を指標とし⁷⁾，福井県内で普及している有機質肥料および有機入り化成肥料を，基肥として施用した場合の窒素肥効とポット栽培でのイネの窒素吸収量との関係を調査したため報告する．

II. 試験方法

1. 肥料の窒素分解率調査

2014 年および 2015 年に有機質肥料 10 種類，有機入り化成肥料 4 種類（第 1 表）について，窒素分解率の推移をガラス繊維ろ紙埋設法⁶⁾を改変して調査した．未粉碎の供試肥料 1g と調査圃場の乾土 40g を混合したものと，ブランクとして乾土のみをポリエステル製不織布の小袋に封入し，代かき後の水田に 2014 年は 5 月 19 日，2015 年は 5 月 15 日に田面から約 5cm の深さに埋設後，9 月上旬まで定期的に回収し，硫酸分解法で全窒素¹⁾，塩化カリウム液抽出－蒸留法でアンモニア態窒素¹⁾を測定し，次式から分解率を求めた．

$$\text{分解率 (\%)} = 100 - \{ (TN_s - AN_s) - (TN_b - AN_b) \} / TN_f \times 100$$

TN_s：試料（供試肥料，土壌の混合）の全窒素量

AN_s：試料のアンモニア態窒素量

TN_b：ブランク（土壌のみ）の全窒素量

AN_b：ブランクのアンモニア態窒素量

TN_f：肥料の全窒素量

調査は 2 反復で実施し，埋設位置の地温をサーモレコ

*福井県農業試験場有機環境部有機農業研究グループ

**福井農林高等学校生物生産科

ーダーで測定した。供試肥料はケルダール法で全窒素¹⁰⁾、
 燃焼法でC/N比¹⁰⁾を測定した。また、未粉碎のまま蒸留
 法でアンモニア態窒素¹⁰⁾を求め、調査開始時の分解率と
 した。

2. イネの窒素吸収量調査（ポット栽培）

2014 年は 5 月 30 日、2015 年は 5 月 29 日に 1/5000a
 ワグネルポットに水分約 30%まで乾燥した水田土壌を乾
 土換算で約 2kg 入れ、供試肥料および対照として尿素お
 よび硫酸を窒素成分で 100 mg、リン酸、カリを化成肥料
 でそれぞれ 100mg 施用した。また、リン酸、カリのみを
 施用した無窒素区を設けた。水道水で湛水状態とした後、
 化成肥料を含む市販の育苗用床土で育苗したコシヒカリ
 の稚苗（2.5～2.8 葉）を、根に付着した床土を洗い流し
 て 3 本植えた。移植後は屋外で湛水状態を保ち、およ
 そその最高分げつ期にあたる約 1 ヶ月後（2014 年は 6 月
 30 日、2015 年 6 月 26 日）に茎葉を採取し、70℃で 7 日
 間通風乾燥後、乾物重を測定してから粉碎し、ケルダール
 法¹²⁾で求めた窒素濃度から、窒素吸収量を算出した。

第 1 表 供試肥料の主原料および分析値

調 査 年	種 類	肥 料	主原料	C/N 比	全窒 素 %	茎葉窒素 吸収量 mg	窒素比
2014	有機質 肥料	A	フェザーミール	4.6	7.2	74.6	80
		B	フェザーミール	4.6	6.9	76.9	82
		C	フェザーミール	3.7	11.3	74.9	80
		D	フェザーミール	5.8	6.1	66.9	71
		E	魚汁濃縮液	6.5	6.6	80.8	86
		F	魚汁濃縮液	6.8	6.4	82.8	88
		G	鶏内臓	9.2	4.7	56.3	60
	化成肥料	尿素		—	—	93.8	100
		無窒素		—	—	37.6	40
2015	有機質 肥料	A	フェザーミール	4.6	7.2	76.4	95
		C	フェザーミール	3.5	11.3	69.7	87
		H	フェザーミール	3.8	11.9	70.5	88
		I	フェザーミール	3.6	11.8	67.2	84
		E	魚汁濃縮液	6.4	6.6	72.7	91
		J	皮革	3.9	11.0	68.1	85
		K	フェザーミール	2.8	10.0	77.4	96
	化成肥料	L	フェザーミール	2.3	11.7	76.9	96
		M	フェザーミール	2.6	14.1	74.7	93
		N	豚糞	2.5	10.4	73.9	92
	化成肥料	硫酸		—	—	94.3	117
		尿素		—	—	80.3	100
	無窒素			—	—	27.8	34.6

茎葉窒素吸収量の尿素比は各年の尿素的窒素吸収量を
 100 とした場合の窒素吸収量比

2015 年の肥料 E, L の窒素分解率調査は未実施

2015 年の肥料 E の推定無機化率は 2014 年の窒素分解率
 調査から算出

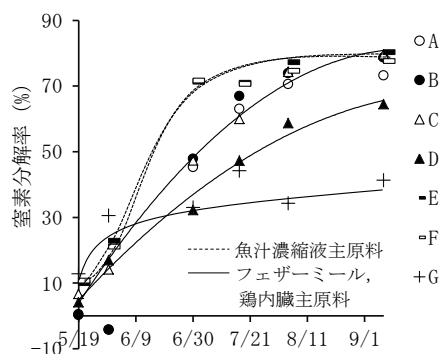
試験は 2 反復で実施し、ポット内の地温をサーモレコー
 ダーで測定し、圃場での窒素分解率調査で求めた分解率
 曲線から積算地温でポット内の分解率を推定した。

Ⅲ. 結果および考察

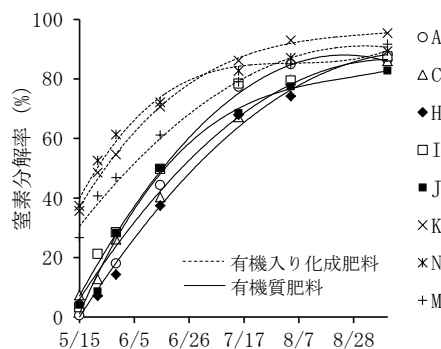
1 肥料の窒素分解率調査

2014, 2015 年とも窒素の分解は埋設後約 2 ヶ月で大部
 分が進行し、その後は緩やかであった（第 1, 2 図）。両
 年とも供試した肥料 A, C を比較すると、9 月上旬の分解
 率は 2014 年は肥料 A が 73%, 肥料 C が 80%, 2015 年は肥
 料 A, C とも 86%と、2014 年が低かった（第 1, 2 図）。ま
 た、2014 年の肥料 A, B は 10 日後に窒素の取り込みが生
 じた（第 1 図）。肥料 A, B の主原料であるフェザーミール
 の無機化は 15, 25℃の水田条件下で単純型モデルであ
 り⁴⁾ 窒素の取り込みは生じないと考えられる。また、ガ
 ラス繊維ろ紙埋設法は窒素分解率を過少評価する可能性
 があることから⁹⁾、2014 年の調査圃場は肥沃度が極めて
 高いため、外部からの窒素流入が多かったと推測された。

また、魚汁濃縮液を主原料とする肥料 E, F は分解が
 早く、分解率は圃場埋設後 42 日までに 70%以上に達した
 （第 1 図）。魚汁濃縮液は煮沸等の工程を経て製造され、
 易分解性有機物を含むことから、C/N 比が比較的高いが
 分解されやすいと推測される。そのため、魚汁濃縮液を主
 原料とする肥料の分解率は、他と区別する必要があると
 考えられた。



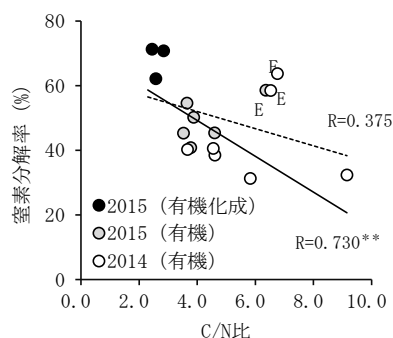
第 1 図 窒素分解率の推移（2014）



第 2 図 窒素分解率の推移（2015）

2 ポット栽培での窒素吸収量調査

栽培期間中のポット内の積算地温は2014年が820℃、2015年が823℃と同程度であった。一般に有機質資材はC/N比が低いと分解が早い¹⁾、C/N比が比較的高いにも関わらず分解の早い魚汁濃縮液を主原料とする肥料E、Fを除くと、C/N比と推定分解率に負の相関関係が認められた(第3図)。また、肥料のC/N比とイネの窒素吸収量にも負の相関関係が認められ、魚汁濃縮液を主原料とする肥料E、Fを除外すると相関が強まった(第4図)。

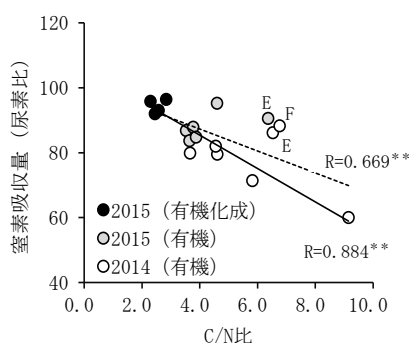


第3図 肥料のC/N比と推定窒素分解率

----- : 全ての肥料を含む回帰直線

———— : 肥料E、Fを除いた回帰直線

** : $P < 0.01$



第4図 肥料のC/N比とイネの窒素吸収量

----- : 全ての肥料を含む回帰直線

———— : 肥料E、Fを除いた回帰直線

** : $P < 0.01$

調査期間中のポット内の平均地温は約25℃であり、窒素分解は安定的に進んだものと推測され、施肥区は無窒素区の1.5~2.8倍の窒素を吸収した。一般に、水稻が吸収する窒素のうち半分以上は土壌由来であるが²⁾、養分の溶脱がなく根圏が制限されたポット栽培であったため、施肥由来の窒素を多く吸収したと考えられた。従って、実際の圃場では、ポット栽培のように窒素吸収量の差が明確にならないことが予測される。

また、今回、供試した肥料原料のほとんどがフェザーミールであったことも、相関を強めた要因と考えられた。本来、有機質資材の無機化パターンは温度によって異なるため、C/N比のみではなく資材の無機化特性に着目することが重要であり⁵⁾、正確な予測には前述の反応速度論に基づく予測システムが有効である。しかし、広く普及可能な銘柄の主原料は、必然的に窒素濃度が高く安定的に確保できる資材に限られており、福井県で広く普及している有機質肥料はフェザーミールを主原料とするものが多い。従って、おおよその窒素肥効を相対比較するには、C/N比のみでも指標となり得ると考えられた。ただし、魚汁濃縮液のように関係式に合致しない資材があること、未調査の資材については注意が必要である。

IV. 引用文献

- 1) 土壤環境分析法編集委員会(1997). 土壤環境分析法. 博友社. p242-243
- 2) 深山政治・岡部達雄(1986) 水稻の窒素吸収特性の品種間差と施肥法. 土肥誌 57. p272-279
- 3) 羽生友治(2002). JA 施肥改善支援システム「施肥名人」の活用について. 季刊雑誌「肥料」 104号. p. 44-60.
- 4) 羽生友治(2006). 施肥改善支援ソフト「施肥名人」. 季刊雑誌「肥料」 104号. p44-60
- 5) 熊谷聡・五十嵐俊成(2010) 湛水培養における各種有機質肥料の窒素無機化特性. 日本土肥学会講演要旨集 56. p103
- 6) 前田乾一・鬼鞍豊(1977). 圃場条件における有機物分解率の測定法. 土肥誌 48. p. 567-568
- 7) 松中照夫(2003). 土壌学の基礎. p203-205
- 8) 日本農業研究所(2007). 有機農業指導推進事業関係資料集. p37-38
- 9) Nishida, M., Usui, M., Tsuchiya, K., Moriizumi, M. (2003). Demonstration of discrepancy in N remaining rate of organic matter evaluated by N content and ¹⁵N content in the glass fiber-filter paper bag method. Soil Sci. Plant Nutr. 49. p297-300
- 10) 農林水産消費安全技術センター(2014). 肥料等試験法. p26-30. 32-34. 48-51
- 11) 佐藤紀男(2013). 各種有機質肥料の肥効特性を考慮した利用法. 農業技術体系土壌施肥編第7-1巻. p 肥料 256の2-肥料 256の8
- 12) 植物栄養実験法編集委員会(1990). 植物栄養実験法. 博友社. p190-191

Relationship between the C / N ratio of Organic fertilizer and Nitrogen fertilizer response in Paddy Field.

Kouichi HOSOKAWA • Daiki NISHIKAWA • Ryounosuke NISHINO • Ryouya Yasugi

Aiko NISHIURA • Masashi SAITOU • Yuukou OHNISHI

Summary

Recently, various organic fertilizers are available in the market, and they are commonly used at rice cultivations in Fukui prefecture. However, their manuring effects remain unclear. The kinetics methods of nitrogen mineralization are sometimes used as the index to estimate organic fertilizer response, but the data of a composition of fertilizers are necessary. So we shed light on the effect of C/N ratio on the nitrogen manuring effect, to estimate organic fertilizer responses. As the result, the C/N ratio of organic fertilizer is correlated negatively to the nitrogen decomposition in paddy field. And it is also showed negative correlation between the C/N ratio and the nitrogen absorption of rice plant in pot cultivation. Given the importance of its simplicity, the C/N ratio could be used for one of indicators to estimate fertilizer response.