

## 有機農業の技術的評価に関する研究（第2報）

### — 無機肥料及び有機肥料連用圃場における地力窒素の評価 —

山 田 裕

Agricultural Technological Evaluation on Organic Farming and Gardening (No. 2)

Estimation of Soil Nitrogen Mineralization in Upland Fields Continuously Treated with Organic and/or Chemical Fertilizer

Hiroshi YAMADA

#### 緒 言

近年、有機農業あるいは生態系活用型農業が話題となり、全国的に試験研究が展開されている。これらの農業形態では有機物施用が基本となるが、これに伴い地力窒素の動態に対する解析が重要と考えられる。

昭和54年度から開始された農林水産省の「土壌環境基礎調査」では可給態窒素の測定法として30℃、4週間培養が使われている<sup>8)</sup>。このような比較的短期間の培養試験は土壌及び有機質資材の無機化特性を簡便に把握するのに極めて便利であり、前報で<sup>15)</sup>有機農業における無機、有機肥料を連用した畑土壌の可給態窒素量の経年変化について報告した。しかし、この方法では可給態窒素の量的な評価は可能なものの、時期別に無機化する窒素量を把握することが出来ない欠点がある。

STANFORD<sup>11)</sup>らが土壌窒素無機化を解析する方法として反応速度論的方法を導入して以来、この方法を用いた報告が増え、STANFORDら<sup>11)</sup>は210日間、CAMPBELLら<sup>3)</sup>は126日間の長期培養による検討結果を報告している。

金野ら<sup>9)</sup>、杉原ら<sup>13)</sup>は、畑土壌の窒素無機化過程を反応速度論的に解析する手法を開発し、無機化過程を3種類の特性値によって表せること、さらに、この特性値と地温データから土壌窒素無機化量を推定し得ることを報告している。

本研究は杉原ら<sup>13)</sup>、金野ら<sup>9)</sup>の理論と方法に基づき、有機物連用圃場における地力窒素の発現状況を、反応速度論を用いた手法により解析し、有機農業における地力窒素の評価並びに肥培管理上の指標を得ようとするものである。

本試験を実施するに当たり、日本大学農獣医学部鈴木鉄也氏には土壌分析に多大なるご協力をいただいた。本稿をとりまとめるに当たり、四国農業試験場地域基盤研究部長金野隆光博士にはご校閲をいただいた。ここに記して心から感謝の意を表します。

#### 試 験 方 法

##### 1 有機態窒素の無機化試験

###### (1) 試験区の概要

土壌は神奈川県農業総合研究所内の試験圃場の土壌を使用した。土壌は灰色低地土、藤代統（腐植あり～含む、土性SCL）である。

試験区の構成は前報<sup>15)</sup>と同じであり、①化学肥料単用区、②化学肥料・牛ふん堆肥加用区、③菜種油粕単用区、④牛ふん堆肥単用区の4処理区とし、1978年より開始し、現在設計を一部変更して試験を継続中である。

処理区の施肥概要は第1表に示すとおりである。施肥量は化学肥料単用区の窒素量を基準に統一したが、牛ふん堆肥単用区については、当初化学肥料に対する窒素の

第1表 処理区の施肥概要（施肥量は10アール当たり）

処理区	施肥の内容	全N施用量
1 化学肥料単用区	複合磷加安42号	402kg
2 化学肥料・ 牛ふん堆肥加用区	複合磷加安42号+牛ふん堆肥 (1~17作:2トン、18~21作:1トン)	660kg
3 菜種油粕単用区	菜種油粕(1区N相当量)	402kg
4 牛ふん堆肥単用区	牛ふん堆肥(1~20作:1区N相当量の 3.3倍、21作以降:1区N相当量)	1,296kg

試験期間は1978年から1989年であり、合計21作栽培した。

第2表 供試土壌の化学性（成分は乾土100g中）

処理区	pH (H <sub>2</sub> O)	EC (mS/cm)	可給態リン酸 (mg)	CEC (meq)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	無機態窒素 (mg)
1 化学肥料単用区	5.50	0.03	44	20.8	0.78	0.071	0.75
2 化学肥料・ 牛ふん堆肥加用区	5.52	0.05	76	21.7	1.18	0.105	1.14
3 菜種油粕単用区	5.81	0.04	47	21.9	1.07	0.099	0.89
4 牛ふん堆肥単用区	6.76	0.10	205	30.4	2.93	0.247	1.11

肥効率を30%と仮定して3.3倍量を施用し、21作目以降は化学肥料単用区の窒素施肥量と同一とした。化学肥料・牛ふん堆肥加用区は牛ふん堆肥の水分含量を60%相当量とし、10アール当たり1~17作目は毎作2トン、18作目以降は毎作1トンを化学肥料に上乘せして施用した。

### (2) 供試土壌

1989年4月に21作栽培後の上記4処理区について、作土層から土壌を採取し、湿潤状態のまま2mmのふるいを通したものを供試土壌とした。供試土壌の化学性は第2表に示すとおりである。

### (3) 無機化窒素量の測定

乾土10g相当量の供試土壌を100ml容ガラスビン(UMサンプルビン)に採取し、最大容水量の60%になるよう水分を加え、それぞれ20、25、30℃で最高210日間恒温器で培養した。培養期間中は定期的に容器の重量を測定し、蒸散による水分の不足分を補給した。

所定期間の培養終了後、10%塩化カリウム溶液で無機態窒素を抽出し、プレムナー法<sup>9)</sup>により水蒸気蒸留して無機態窒素を定量した。また、供試土壌の無機態窒素を同様に定量し、培養前後の差を無機化窒素量とした。

## 2 無機化窒素の反応速度論的解析

温度を20、25、30℃の3段階で培養し、杉原ら<sup>10)</sup>が示した温度別無機化曲線の重ね合わせによる活性化エネルギーを求める方法により、温度別窒素無機化曲線を25℃の曲線に重ね合わせ、最小自乗法により無機化特性値を計算した。なお、これらの計算には金野<sup>7)</sup>が作成したマイクロコンピューター用プログラムを利用した。

### 3 土壌中の無機化窒素量の推定

金野ら<sup>9)</sup>の述べる方法により、地温データと上記より得られた見掛けの活性化エネルギーEaを用いて、1日毎の25℃変換日数を計算して、所定の期間の積算25℃変換日数を算出し、この数値を25℃の分解モデル曲線に代入して年間の窒素無機化量を予測した。ここで用いた地温データは、当所の気象観測データから1989年の日平均地温データ(10cm)を用いた。なお、これらの計算には金野<sup>7)</sup>が作成したマイクロコンピューター用プログラムを使用した。

## 試験結果

### 1 有機物11年連用後の有機窒素の無機化

培養試験結果より、各処理区の温度別窒素無機化曲線

第3表 単純型モデルにおける無機化特性値（1988年4月、21作跡地）

処 理 区	No	k (25°C)	Ea	A
1 化学肥料単用区	8.83±5.20	0.0016±0.0012	17,720±2,500	0.94±0.09
2 化学肥料・ 牛ふん堆肥加用区	17.96±6.80	0.0016±0.0007	16,540±1,420	1.11±0.11
3 菜種油粕単用区	10.18±1.12	0.0045±0.0008	14,830±1,370	0.97±0.13
4 牛ふん堆肥単用区	27.69±1.84	0.0044±0.0005	18,330± 980	0.83±0.23

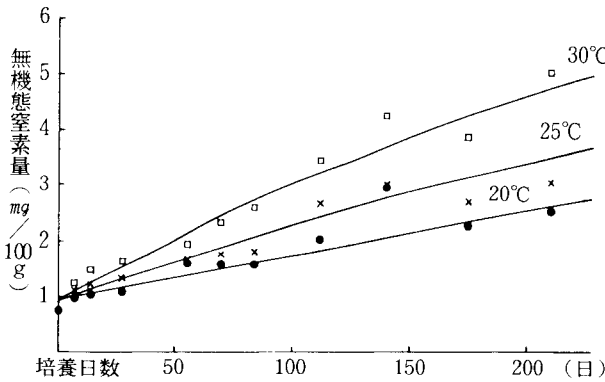
No：可分解性有機態窒素量 (mg/100g乾土)，k：速度定数 (day<sup>-1</sup>)  
Ea：見掛けの活性化エネルギー (cal mol<sup>-1</sup>)，A：初期値 (mg/100g乾土)

を第1図～第4図に示した。各処理区ともに培養温度が高くなるのに伴って無機化窒素量は多くなり、210日培養後の無機化窒素量は、牛ふん堆肥単用区>菜種油粕単用区>化学肥料・牛ふん堆肥加用区>化学肥料単用区の順であった。

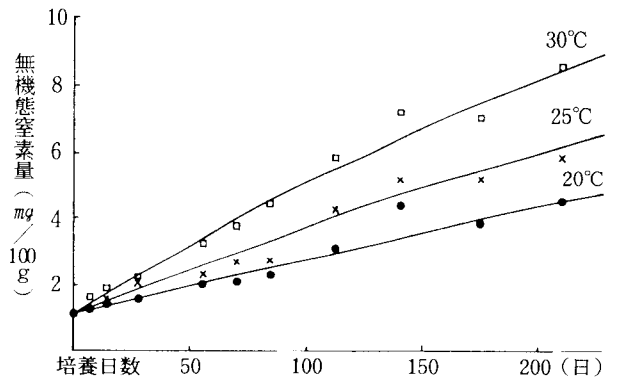
培養試験から得られた窒素無機化曲線は次式に示す単純型の反応速度式に適合した。また、得られた窒素無機化特性値を第3表に示した。

$N = No(1 - \exp(-kt))$  N：時間 t における無機化量  
k：速度定数  
No：可分解性有機態窒素量  
t：反応時間 (day)

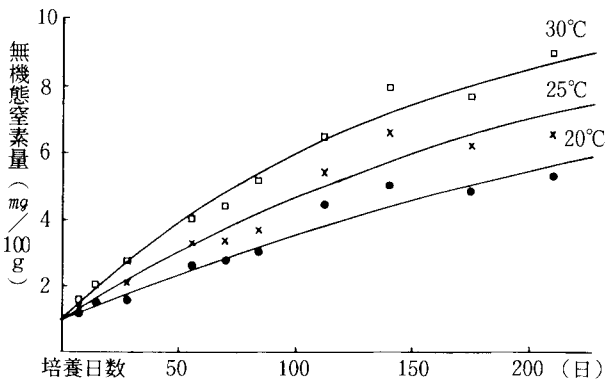
無機化特性値を処理間で比較すると、可分解性有機態窒素量Noは牛ふん堆肥単用区が27.7mgと最も高く、化学肥料・牛ふん堆肥加用区が18.0mg、菜種油粕単用区が10.2mg、化学肥料単用区が8.8mgであった。一方、速度定



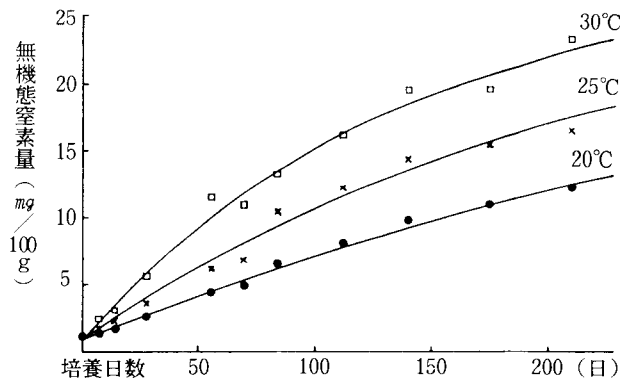
第1図 有機態窒素の無機化量（化学肥料単用区）



第2図 有機態窒素の無機化量（化学肥料・牛ふん堆肥加用区）



第3図 有機態窒素の無機化量（菜種油粕単用区）



第4図 有機態窒素の無機化量（牛ふん堆肥加用区）

数kは有機物を単独で施用した菜種油粕単用区及び牛ふん堆肥単用区が0.0045と0.0044であり、化学肥料単用区及び化学肥料・牛ふん堆肥加用区が0.0016であった。見掛けの活性化エネルギー $E_a$ は14,800~18,300の範囲であり、菜種油粕単用区がやや低い傾向にあった。

## 2 無機化窒素量の予測

1989年の旬別平均地温を第5図に、また地温データから推定した各処理区の土壌100g当たりの1年間の無機化窒素量を第4表に示した。月別の推定無機化窒素量は、その絶対量には差があったものの、各処理区ともに地温の低い11月から3月にかけて小さく、地温の高い6月から9月に大きくなる傾向が認められた。また、可分解性有機態窒素量の大きい牛ふん堆肥単用区では、冬期でも夏期の化学肥料単用区と同程度の無機化窒素量があることが明らかとなった。

年間の推定無機化窒素量は、牛ふん堆肥単用区が乾土100g当たり16.0mgと最も高く、菜種油粕単用区が6.3mg、化学肥料・牛ふん堆肥加用区が5.0mg、化学肥料単用区が2.4mgと最も少なく、第2表に示した可分解性有機態窒素量 $N_0$ に対応した値を示していた。

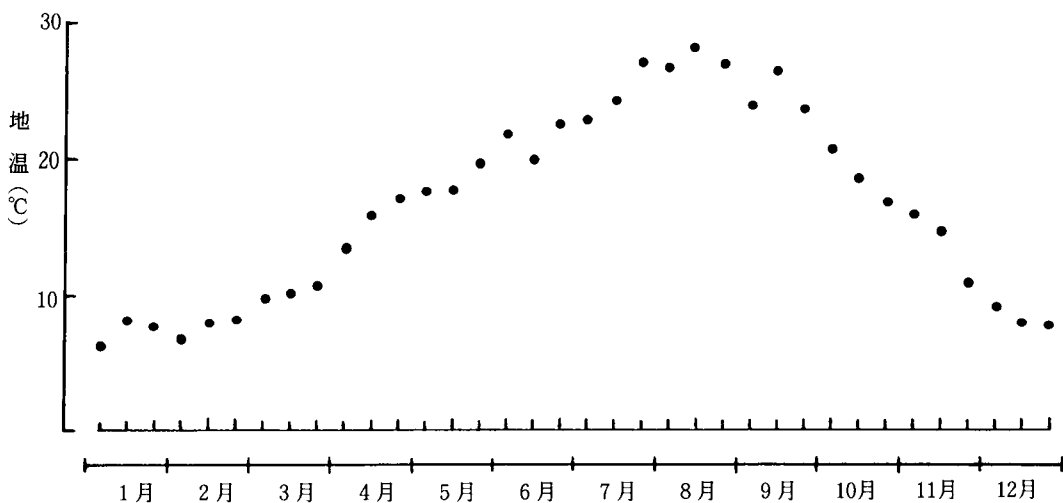
次に、作土層を20cmとした試験圃場10アール当たりの月別の推定無機化窒素量を1989年の1年間について第5表に示した。各処理区の土壌の仮比重はそれぞれ、化学肥料単用区1.16、化学肥料・牛ふん堆肥加用区1.17、菜種油粕単用区1.10、牛ふん堆肥単用区0.92とした。

各処理区の10アール当たりの無機化窒素量は、最も多い8月が牛ふん堆肥単用区で5.4Kg、菜種油粕単用区で2.2Kg、化学肥料・牛ふん堆肥加用区で2.2Kg、化学肥料単用区で1.1Kgであり、最も少ない12月がそれぞれ、0.5Kg、

0.3Kg、0.3Kg、0.1Kgであった。1年間に作土層から無機化する窒素の推定値は10アール当たり牛ふん堆肥単用区が29.5Kg、菜種油粕単用区が13.8Kg、化学肥料・牛ふん堆肥加用区が11.7Kg、化学肥料単用区が5.6Kgであった。

第4表 年間の推定無機化窒素量 (mgN/100g)

月	処 理 区			
	化学肥料 単用区	化学肥料 牛ふん堆 肥加用区	菜種油粕 単用区	牛ふん堆 肥単用区
1月	0.07	0.16	0.30	0.55
2月	0.06	0.14	0.26	0.49
3月	0.09	0.21	0.36	0.73
4月	0.16	0.34	0.54	1.23
5月	0.21	0.45	0.67	1.64
6月	0.28	0.57	0.78	2.04
7月	0.39	0.78	0.95	2.70
8月	0.46	0.92	0.99	2.93
9月	0.36	0.72	0.71	2.04
10月	0.18	0.37	0.36	0.91
11月	0.10	0.22	0.22	0.50
12月	0.05	0.12	0.13	0.26
年間	2.41	5.00	6.27	16.02



第5図 1989年旬別平均地温 (10cm)

考 察

1 施肥の種類と有機態窒素の無機化

有機態窒素の無機化は、①ある有機物が単独で無機化する一次反応モデルの単純型、②分解の速い有機物と分解の遅い有機物とが独立して別々に無機化する一次反応モデルの単純並行型、③窒素の無機化と有機化とが独立して進行する一次モデルの有機・無機化並行型の3つのモデルがある<sup>13)</sup>。

これらのモデルのうち、単純型は湿潤土壌の窒素の無機化に、単純並行型は風乾土壌の窒素の無機化に適用され、有機・無機化並行型は堆肥や汚泥類などの窒素の無機化に適用される。本報では培養に湿潤土壌を用いたため、単純型モデル式が窒素無機化曲線に適合した。

可分解性有機態窒素量 $N_0$ は化学肥料単用区に比較して、牛ふん堆肥単用区が約3倍、化学肥料・牛ふん堆肥加用区が約2倍であったが、菜種油粕単用区はほぼ同程度であった。牛ふん堆肥施用区が高い値を示したことから、試験期間中に施用した総窒素量の影響が現れたものと考えられる。

しかし、前報<sup>13)</sup>では風乾土を30℃で培養した可給態窒

第5表 年間の推定無機化窒素量 (kgN/10a)

月	処 理 区			
	化学肥料 単用区	化学肥料 牛ふん堆 肥加用区	菜種油粕 単用区	牛ふん堆 肥単用区
1月	0.16	0.37	0.66	1.01
2月	0.14	0.33	0.57	0.90
3月	0.21	0.49	0.79	1.34
4月	0.37	0.80	1.19	2.26
5月	0.49	1.05	1.47	3.02
6月	0.65	1.33	1.72	3.75
7月	0.90	1.83	2.09	4.97
8月	1.07	2.15	2.18	5.39
9月	0.84	1.68	1.56	3.75
10月	0.42	0.87	0.79	1.67
11月	0.23	0.51	0.48	0.92
12月	0.12	0.28	0.29	0.48
年間	5.60	11.69	13.79	29.46

素量の経年変化について報告したが、17作終了時における量的な関係は、牛ふん堆肥単用区>化学肥料・牛ふん堆肥加用区、菜種油粕単用区>化学肥料単用区であり、今回検討した結果とはやや異なっていた。

窒素の無機化速度に影響を及ぼす要因として速度定数 $k$ がある。速度定数 $k$ の値について、STANFORDら<sup>12)</sup>は畑土壌で0.0027~0.0067 (25℃)、CAMPBELLら<sup>3)</sup>は0.002~0.014 (25℃)と報告している。また、杉原ら<sup>13)</sup>は畑土壌の速度定数 $k$ が0.0021~0.0099で施肥の影響は少ないことを、山本ら<sup>16)</sup>は水田土壌について検討し、 $k$ が0.0067~0.0080にあることを、齊藤<sup>10)</sup>は東北地方の畑土壌の $k$ が0.0015~0.0081にあること、また、黒ボク土は可分解性有機態窒素 $N_0$ が高く、速度定数 $k$ が小さいことを報告している。

本報で得られた速度定数 $k$ は、化学肥料単用区及び化学肥料・牛ふん堆肥加用区が0.0016、菜種油粕単用区が0.0045、牛ふん堆肥単用区が0.0044であり、化学肥料施用区の $k$ は上記の値に比較してやや小さいものといえる。

第4表に示した推定無機化窒素量の1年間の合計から年間の窒素の無機化率を算出すると、化学肥料単用区27.3%、化学肥料・牛ふん堆肥加用区27.8%、菜種油粕単用区61.6%、牛ふん堆肥単用区57.9%となり、化学肥料施用区の無機化率が低いことがわかる。このなかで、化学肥料・牛ふん堆肥加用区は可分解性有機態窒素 $N_0$ が大きいにもかかわらず、分解率が小さいことが特徴である。これは、化学肥料施用区では上記の速度定数 $k$ が小さいことによるものと考えられる。

正しい速度定数を求めるためには、速度定数が小さいほど培養日数を長くする必要がある。正しい速度定数を求めるために必要な最小培養日数は次式に示す簡便式で示される<sup>13)</sup>。

$$t_m > 0.693 / k \quad k : \text{速度定数}$$

$$t : \text{必要な最小培養日数}$$

これより計算された必要な最小培養日数は、 $k$ が0.0016の化学肥料施用区は433日となり、今回検討した210日の培養期間では短いため、より正確な特性値を得るためにはさらに長期間の培養が必要であろう。

しかし、ここで特徴的なことは、速度定数 $k$ の値が化学肥料・牛ふん堆肥加用区と化学肥料単用区が、また、菜種油粕単用区と牛ふん堆肥単用区が同程度であり、さらに、後者の処理区の値が高いことである。

したがって、本報で供試した土壌での $k$ の値は施用した資材の影響が現れ、有機物施用の有無に関係無く、化学肥料を施用した場合に低く、有機質肥料及び資材の単

独施用で高くなるものと考えられる。有機態窒素の無機化には土壤微生物が関与することから、施肥した資材により微生物相や活性が異なる可能性もあり、今後の検討課題である。

また、杉原<sup>13)</sup>、CAMPBELL<sup>2)</sup>は見掛けの活性化エネルギーEaを有機物の分解抵抗性を示すものと考えている。杉原<sup>13)</sup>は堆きゅう肥の多量連用によりEaが低下すること、齊藤<sup>10)</sup>黒ボク土のEaが非黒ボク土より大きいことを報告しているが、本報では菜種油粕単用区のEaが小さかったが、有機物施用との関係は明らかでなかった。

## 2 無機化窒素量の推定

前報<sup>15)</sup>で今回検討した圃場の土壌について、風乾土を30℃、4週間培養した可給態窒素量について報告しているが、この結果から作物栽培期間中の無機化窒素量を推定することは困難である。

そのため、反応速度論の手法により、地温データと見掛けの活性化エネルギーを利用して、年間の時期別窒素無機化量の推定を行った。第4表から、土壌100g当たり年間では化学肥料単用区に比較して、化学肥料・牛ふん堆肥加用区が2.1倍、菜種油粕単用区が2.6倍、牛ふん堆肥単用区が、6.6倍の無機化窒素量を示した。

さらに、仮比重を考慮した作土層(20cm)からの年間の推定無機化窒素量は、化学肥料単用区に比較して、化学肥料・牛ふん堆肥加用区が2.1倍、菜種油粕単用区が2.5倍と上記の割合とほぼ同様であった。しかし、牛ふん堆肥単用区は前報<sup>15)</sup>で報告したように、仮比重が他区より小さいため化学肥料単用区の5.3倍であったが、土壌からの窒素供給量が多いことが明らかである。そのため、牛ふん堆肥単用区のような可給態窒素量の大きい土壌では、作物の種類や栽培時期によっては無窒素あるいは窒素減肥などによる栽培も可能であるといえる。

ここで、化学肥料・牛ふん堆肥加用区と菜種油粕単用区の推定無機化量を比較してみると、前者はNoが大きいにもかかわらず、月別の無機化窒素量は逆に後者が大きくなっている。この要因は前項でも指摘したが、速度定数kの大きさの違いによるものと考えられる。

以上のように、今回検討した手法によって、地温データを利用して時期別の無機化窒素量の推定が可能となった。近年、反応速度論の手法により土壌窒素の無機化量を予測する試験の報告例が多くなっている<sup>1, 4, 9, 16)</sup>。

これらの中で、山本<sup>16)</sup>は水田において無機化窒素推定値と実測値がかなりよく一致することを報告している。一方、SAITOH<sup>9)</sup>は畑地では降雨による窒素の下層への

流亡や根の伸長による下層からの吸収などにより、推定値が実測値と合わない時期があるが、収穫期には両者が比較的よく一致することを報告している。そのため、畑作物への適用は降雨による窒素の溶脱や根の伸長など考慮した検討が必要であろう。

しかし、有機農業における有機物施用の意義の一つは、土壌の可給態窒素量の向上にあるといえる。そのため、作付け時期と無機化窒素量の関係を明らかにすることが必要であり、この観点から本報で得られた結果は利用できるものと考えられる。

また、窒素施肥量は作物の内容成分と密接な関係にあることが報告されている<sup>17)</sup>。したがって、地力窒素を考慮した施肥は作物の良好な生育だけでなく、作物品質の向上や環境汚染を防止する上でも重要と考えられる。

さらに、地力窒素の高い土壌では地力窒素を有効に利用するために、作物別の窒素吸収パターンを考慮しながら、地温の低い冬期は施肥窒素の依存度を高め、夏期は地力窒素の発現量を考慮した施肥方法をとるのがよいものと考えられる。

しかし、地温データから土壌窒素の無機化量を推定するには、窒素無機化のパラメータを決定するために労力のかかる長期間の培養が不可欠である。

そのため、斎藤<sup>10)</sup>は化学的手法でパラメータの推定を検討したが、Noはある程度可能であるが、k及びEaの推定は困難で、夏作期間の推定無機化窒素量と風乾土培養窒素量の相関が高いことを報告している。一方、加藤<sup>5)</sup>はリン酸緩衝液抽出法、鈴木<sup>10)</sup>は熱水抽出法によって可給態窒素を簡易に測定し、基肥窒素施肥量を決定して効果を上げていることを報告している。

地力窒素を考慮した施肥法は重要であるため、今後はこれらの簡易手法の検討も含めてより簡易でかつ正確な地力窒素の評価法を確立する必要があると考える。

## 摘 要

無機肥料、有機肥料11年連用後の畑土壌の地力窒素を反応速度論の手法により解析した結果、以下の知見を得た。

1 湿潤土壌を20, 25, 30℃で培養した結果、窒素無機化曲線は単純型モデルに適合し、無機化に関する3つの特性値を得た。

2 可分解性有機態窒素Noは8.8~27.7の範囲にあり、牛ふん堆肥単用区が最も大きく、化学肥料単用区が小さかった。

- 3 速度定数  $k$  は0.0016～0.0045の範囲にあり、化学肥料を施用した処理区が小さく、菜種油粕及び牛ふん堆肥単用区が大きかった。
- 4 見掛けの活性化エネルギー  $E_a$  は14,800～18,300の範囲にあったが、処理の影響は明らかでなかった。
- 5 化学肥料・牛ふん堆肥加用区は可分解性有機態窒素  $N_0$  は大きかったが、速度定数  $k$  は小さかった。
- 6 1年間の地温データによって無機化窒素量を推定した結果、6～9月に多く、11～3月に少なかった。
- 7 土壌の仮比重から、処理区別に作土層における月別の無機化窒素量を推定した。
- 8 地力窒素の高い土壌では、これを考慮した施肥をすることが望ましいことを提案した。

### 引用文献

- 1) 安藤豊・藤井弘志・佐藤俊夫・荒垣憲一・中西政則・佐藤之信 (1989) 土肥誌, 60, 1～7
- 2) CAMPBELL, C.A., MYERS, R.J.K. and WEIER, K. L. (1981) Aust. J. Soil Res., 19, 323～332
- 3) CAMPBELL, C.A., Y.W. JAME and G.E. WINKLEMAN (1984) Can. J. Soil Sci., 64, 333～343
- 4) 藤井弘志・安藤 豊・佐藤俊夫・荒垣憲一・中西政則・佐藤之信 (1989) 土肥誌, 60, 8～14
- 5) 加藤弘道・小川吉雄・本田宏一・高井 昭 (1987) 土肥要旨集, 33, 119
- 6) 金野隆光・杉原 進 (1986) 農環研報, 1, 52～60
- 7) 金野隆光 (1988) 土壌窒素無機化の特性評価と窒素供給量予測プログラム [ENMS], 関東東海地域農業関係試験研究機関, 開発ソフトウェア一覧, (1987版), IV-2, 農林水産省農業研究センター
- 8) 農林水産省農産園芸農産課 (1979) 土壌環境基礎調査における土壌, 水質及び作物体分析法, P84～86
- 9) SAITOH, M. and K. ISHII (1987) Soil Sci. Plant Nutr., 33 (4), 555～566.
- 10) 斎藤雅典 (1990) 土肥誌, 61, 265～272
- 11) STANFORD, G., and S.J. SMITH (1972) Soil Sci. Soc. Am. J., 36, 465～472
- 12) STANFORD, G., M. H. FRERE and D. H. SCHWANINGER (1973) Soil Science, 115, 321～323
- 13) 杉原 進・金野隆光・石井和夫 (1986) 農環研報, 1, 127～166
- 14) 鈴木則夫・松浦英之 (1989) 静岡農研報, 34, 55～63
- 15) 山田 裕・鎌田春海 (1989) 神奈川農総研研報, 131, 1～13
- 16) 山本富三・久保田忠一・真鍋尚義 (1986) 土肥誌, 57, 487～492
- 17) 矢野昌充・伊藤 洋・速水昭彦・小濱節雄 (1981) 野菜試験場報告A, 8, 53～67

### SUMMARY

A Kinetic study was conducted to evaluate the nitrogen mineralization of upland soil continuously treated with organic (cow dung compost and rapeseed meal) and/or chemical fertilizers for 11 years, and the results are as follows.

1. The accumulation of inorganic nitrogen during incubation of wet soil at 20, 25, and 30°C for 210 days was simulated by the equation,  $N = N_0 [1 - \exp(-kt)]$ , where  $N$  is the amount of inorganic nitrogen in time ( $t$ , days),  $k$  is mineralization rate constant ( $\text{day}^{-1}$ ), and  $N_0$  is the amount of potentially mineralizable nitrogen. Three parameters,  $N_0$ ,  $k$  at 25°C and  $E_a$  were calculated, where  $E_a$  was apparent activation energy ( $\text{cal mol}^{-1}$ ) and obtained by  $K = E_a/RT^2$ .
2.  $N_0$  was between 8.8 and 27.7 mg per 100 g dried soil, and largest in the soil treated with cow dung compost and smallest in the soil treated with chemical fertilizer alone.
3.  $k$  at 25°C was between 0.0016 and 0.0045  $\text{day}^{-1}$ , and small in the soil treated with chemical fertilizer and large in the soils treated with rapeseed meal or cow dung compost.
4.  $E_a$  was between 14,800 and 18,300  $\text{cal mol}^{-1}$ . Soil treatments gave no significant effect on  $E_a$  values.

5. In the soil treated with both chemical fertilizer and cow dung compost, N<sub>o</sub> was large, but k was small.
6. The estimate of monthly mineralization of soil nitrogen based on the information of soil temperature indicates that the amount of mineralized nitrogen is large during June and September and small during November and March.
7. Monthly mineralization of top-soil nitrogen in the fields with different fertilizer treatments was also estimated in consideration of soil temperature and bulk density.
8. To calculate the proper amount of fertilizers, it is recommendable to take into account of soil nitrogen, particularly in fertile soils.