

硝酸化成が茶園土壌のpHに及ぼす影響

誌名	野菜・茶業試験場研究報告. B (金谷) = Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea. Series B (Kanaya)
ISSN	09146652
著者名	早津,雅仁 小菅,伸郎
発行元	農林水産省野菜・茶業試験場茶栽培部
巻/号	3号
掲載ページ	p. 1-8
発行年月	1989年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



硝酸化成が茶園土壌の pH に及ぼす影響

早津 雅仁*・小菅 伸郎*

(平成元年 10 月 18 日受理)

Effect of Nitrification on pH of Tea Field Soils

Masahito HAYATSU and Nobuo KOSUGE

Synopsis

The effect of nitrification on soil acidification and reduction in base saturation in a tea field was evaluated.

The highest nitrification activity was observed in the space between tea plant hedges though the soil pH in this site was most acidified in the tea field. The experiment using the incubation method showed that nitrification was a major factor of acidification of tea field soils. Nitrification of $\text{NH}_4\text{-N}$ from inorganic nitrogen sources induced a stronger acidification than $\text{NH}_4\text{-N}$ originated from ammonification of organic nitrogen sources. Ca saturation was remarkably reduced by nitrification from both inorganic and organic nitrogen sources.

Keyword: nitrification, tea, acidification.

I 結 言

硝酸化成は還元型窒素を亜硝酸または硝酸に酸化する微生物作用を言い、生態系における窒素循環の主要な構成要素である。一方、農業では溶脱あるいは脱窒菌への基質供給などにより、窒素肥料の効率に影響することから肥培管理の上でも重要である。

一般に硝酸化成は環境要因により、影響を受けやすい。特に pH には鋭敏に反応し、土壌中で pH 5.0 以下で著しく阻害され (DANCER ら, 1973), pH 4.0~4.5 が限界と言われている (MORRILL ら, 1967; SAHRAWAT, 1982)。これは硝酸化成菌(アンモニア酸化菌と亜硝酸酸化菌)の純粋培養における生育限界が pH 6.2 付近のためである (WATSON, 1974)。しかし、一方では茶園や森林などの強酸性土壌で硝酸化成が起こることが報告さ

れている (WALKER ら, 1979; FEDERER, 1983)。酸性土壌における硝酸化成の機構について、(1)土壌の部分的な中性部位において硝酸化成菌が活動する、(2)糸状菌など従属栄養菌により亜硝酸または硝酸が生成する (FOCHT ら, 1977)、(3)酸性環境に適応した硝酸化成菌が存在する (HANKINSON ら, 1988) などの説が提出されている。

わが国の茶園土壌は多量の窒素肥料が投入されるため、著しく酸性化している。しかし、硫酸アンモニウムまたは有機肥料などの施肥窒素の多くが、硝酸態窒素として溶脱することがライシメーターによる試験で明らかにされ、硝酸化成の肥培管理上の重要性が指摘されている (渡部, 1986)。茶園土壌の硝酸化成について、その特徴や好酸性型アンモニア酸化菌の存在が報告されるなど、次第に明らかにされつつある (早津ら, 1988)。しかしながら硝酸化成が茶園土壌の化学性に及ぼす影響などまだ不明な点が多い。

* 茶栽培部

茶園には多量の窒素肥料が施用され、土壤中のアンモニウム態窒素濃度が一時的にかなり高くなる。このような条件下で硝酸化成が茶園土壌の pH 及びカルシウム飽和度に及ぼす影響について検討した。

II 材料及び方法

1 供試土壌

ビン培養法による実験には、野菜・茶業試験場(金谷)の圃場、畝間中央(深さ 0~15 cm)の赤黄色土壌を供試した。土壌部位別硝酸化成能と pH、無機態窒素の濃度分布について検討するため、畝間(畝幅 1.8 m)から株元に向かい 20 cm 間隔で 5 区画、垂直方向に深さ 0~30 cm まで 5 cm 間隔、30~60 cm まで 10 cm 間隔で 9 層の計 45 区画と株元の盛り上がり部分 3 区画の合計 48 区画を採土した (Fig. 1)。

採取した土壌は湿土のまま直ちに 2 mm のふるいを通し、4°C に保存し適時取り出して使用した。

2 硝酸化成能の測定

試料土壌(未風乾土壌)に炭酸カルシウムを加え、カルシウム飽和度を約 50% に調製し培養用土壌として用いた。乾土として 10 g の培養用土壌を 100 ml 容のビーカーに取り、窒素源を含む溶液で水分を最大含水量の 60% に調製した。但し、なたね粕は乾燥後ミルで粉碎し水分調整前に加えた。ついでポリエチレンフィルムの薄膜で覆い、25°C で培養後、適時取り出して硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニウム態窒素、pH を測定した。窒素源として硫酸アンモニウム、塩化アンモニウム、硝酸アンモニウム、尿素、ペプトン、なたね粕を使用し、それぞれ乾土 100 g 当たり 50 mgN 程度を加えた。また硫酸

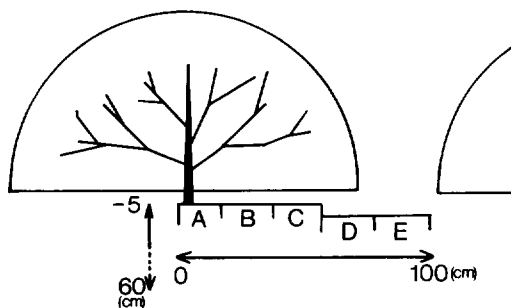


Fig. 1 Sampling sites of soils used for analysis.

アンモニウム濃度の影響に関する実験では、20, 50, 100 mgN の三段階で行った。

硝酸化成能は 1 日乾土 1 g 当たりのアンモニウム態窒素の減少量 ($\mu\text{gN/g/day}$) で表した。

硝酸化成の阻害剤としてニトラピリン(商品名 N-サーブ)を低濃度エタノールに懸濁し、乾土 1 g 当たり 10 μg 加えた。

3 カルシウム飽和度の変化

2 の実験における培養 0 日目と 25 日目の試料を風乾後カラムに充てんし、20 ml の蒸留水で洗浄、次いで 20 ml の酢酸アンモニウム溶液 (pH 7.0) で交換性カルシウムを溶出した。

4 化学分析

アンモニウム態窒素及び硝酸態窒素は BREMNER の蒸留法で、亜硝酸態窒素は GRIESS & ILOSVAY 法で定量した。カルシウムは原子吸光法で測定した。pH は土壌 10 g に 25 ml の蒸留水を加えガラス電極により測定した。

III 結 果

1 土壌部位別硝酸化成能

pH は水平方向、垂直方向とも大きな差が見られた (Table 1)。雨落ち、畝間に対応する D, E 区は、株元、株下に対応する A, B, C 区に比べ酸性化が進んでいた。A~E 各区とも下層に行くほど pH が高くなる傾向にあった。D, E 区は第二層が最も酸性化しており、特に E 区では pH 3.4 と全区画中最も低い値であった。

E 区深さ 0~25 cm 及び D 区深さ 0~5 cm に 10 mgN 以上の高濃度のアンモニウム態窒素が認められた (Table 2)。A~C 区は各層ともアンモニウム態窒素濃度は低く、すべての区画で乾土 100 g 当たり 1.0 mgN 未満だった。硝酸態窒素は E 区深さ 0~5 cm を除く D, E 区の各層において 10 mgN/100 g 以上と高かった。またアンモニウム態窒素のような局在性はなかった (Table 3)。亜硝酸態窒素は E 区の深さ 0~20 cm にのみ検出されたが、0.2 mgN/100 g と低濃度であった (Table 4)。

土壌部位別硝酸化成能を Table 5 に示した。硝酸化成能は D, E 区深さ 0~10 cm において 8.3~12.4 $\mu\text{gN/g/day}$ と高かった。A~C 区の深さ -5~0 cm は株下から株元にかけて土壌の盛り上がった部分であるが、

Table 1 Soil pH at various depths and horizontal distances

Depth (cm)	Soil pH				
	Horizontal distance (cm)				
	A ^a 0~20	B ~40	C ~60	D ~80	E ^b ~100
-5~0	4.1	4.1	4.2	—	—
~5	4.2	4.2	4.5	3.7	3.8
~10	4.2	4.3	4.4	3.5	3.4
~15	4.4	4.3	4.4	3.6	3.4
~20	4.4	4.3	4.3	3.8	3.6
~25	4.5	4.3	4.3	3.8	3.6
~30	4.5	4.3	4.3	3.9	3.8
~40	4.6	4.4	4.3	3.9	3.8
~50	4.7	4.4	4.3	4.0	3.9
~60	4.7	4.3	4.3	4.1	4.0

^a Under the trunk.^b Space between hedges.Table 2 NH₄-N contents at various depths and horizontal distances

Depth (cm)	NH ₄ -N mg/100 g of dry soil				
	Horizontal distance (cm)				
	A ^a 0~20	B ~40	C ~60	D ~80	E ^b ~100
-5~0	0.45	0.52	0.79	—	—
~5	0.19	0.30	0.22	17.45	77.15
~10	0.15	0.07	0.37	1.91	31.31
~15	0	0	0	2.06	20.04
~20	0.15	0.07	0.11	0.90	14.94
~25	0	0	0.34	0.19	13.59
~30	0	0	0.15	0.19	8.09
~40	0.11	0.07	0.19	0.07	5.95
~50	0.15	0.07	0.19	0.15	3.41
~60	0	0.07	0.19	0.22	3.30

^a Under the trunk.^b Space between hedges.

3.8~4.2 μgN/g/dayの硝酸化成能が認められた。A~E区とも深さ30 cm以下における硝酸化成能はほとんど0であった。

Table 3 NO₃-N contents at various depths and horizontal distances

Depth (cm)	NO ₃ -N mg/100 g of dry soil				
	Horizontal distance (cm)				
	A ^a 0~20	B ~40	C ~60	D ~80	E ^b ~100
-5~0	5.02	7.86	8.16	—	—
~5	3.52	3.89	2.92	12.90	6.45
~10	1.95	2.02	2.24	15.56	16.07
~15	0.60	1.65	2.46	18.02	20.97
~20	0.27	1.57	1.71	17.50	21.33
~25	0.60	1.42	1.95	19.17	24.72
~30	0.97	0.60	2.21	17.50	27.61
~40	0.75	1.18	2.36	17.37	22.98
~50	0.22	1.18	2.21	13.62	21.01
~60	0.97	0.63	0	12.41	17.61

^a Under the trunk.^b Space between hedges.Table 4 NO₂-N contents at various depths and horizontal distances

Depth (cm)	NO ₂ -N mg/100 of dry soil	
	Horizontal distance (cm)	
	E ^a (80~100)	
0~5	0.18	
~10	0.13	
~15	0.07	
~20	0.08	
~25	0	
~30	0	
~40	0	
~50	0	
~60	0	

^a Space between hedges.

2 硝酸化成が土壌のpHに及ぼす影響

茶園土壌には多量の窒素肥料が施用されるため、一時的に土壌中のアンモニア態窒素濃度が高くなる。このよ

Table 5 Nitrification activity at various depths and horizontal distances

Depth (cm)	Nitrification activity ($\mu\text{gN/g/day}$)				
	Horizontal distance (cm)				
	A ^a 0~20	B ~40	C ~60	D ~80	E ^b ~100
-5~0	4.2	4.0	3.8	—	—
~5	2.4	2.1	0.5	8.3	10.6
~10	2.1	0.9	1.5	9.5	12.4
~15	3.2	2.0	2.0	4.1	3.3
~20	1.3	1.1	0.6	2.3	1.9
~25	1.7	1.0	0.5	3.1	3.2
~30	0	0.3	0	2.6	1.2
~40	0.5	0.9	0	0	0
~50	0.8	0	0	0	0
~60	0.1	0	0	0	0

^a Under the trunk.

^b Space between hedges.

うな条件で硝酸化成が土壤 pH に及ぼす影響を、無機態窒素及び有機態窒素を用い検討した。

硫酸アンモニウムを乾土 100 g 当たり 20, 50, 100 mgN 加え pH, 硝酸態窒素, アンモニア態窒素の変化を経時的に測定した (Table 6)。20 mgN では 11 日, 50 mgN では 18 日, 100 mgN では 26 日目に, 加えたアンモニア態窒素はほとんど酸化された。pH は硝酸態窒素の生成と共に低下した。培養直後に比べ 26 日目には 20

mgN で 0.5, 50 mgN で 0.8, 100 mgN で 1.2 と加えたアンモニア態窒素量に比例して pH が低下した。無機態窒素の種類が硝酸化成による pH の低下に及ぼす影響を, 硝酸アンモニウム, 硫酸アンモニウム, 塩化アンモニウムを窒素源として検討した (Table 7)。硫酸アンモニウム, 塩化アンモニウムとも pH は 0.9 低下した。硝酸アンモニウムでは含まれる窒素の 2 分の 1 がアンモニア態窒素のため, pH の低下は 0.6 と他に比べて小さかった。

有機態窒素は無機化作用を受け, アンモニア態窒素を生成し, これが硝酸化成を受ける。従って無機態窒素とは異なる影響を示すと考えられた。そこで尿素, ペプトン, なたね粕を窒素源として検討した (Table 8)。また硝酸化成をニトラピリンにより阻害し, 無機化作用の影響についても検討した。尿素, ペプトン, なたね粕ともアンモニア態窒素の生成と共に一時 pH が上昇し, 次いで硝酸化成の進行に従い低下した。pH の低下は同じ窒素量の硫酸アンモニウムを加えたときの約 60% 程度だった。ニトラピリンにより硝酸化成を阻害すると, アンモニア態窒素が蓄積し pH は上昇した。

3 硝酸化成がカルシウム飽和度に及ぼす影響

硫酸アンモニウムを乾土 100 g 当たり 20, 50, 100 mgN を加えたとき, 培養開始時に少しずつではあるがカルシウム飽和度が減少し, 硫酸アンモニウム量が多いほど減少量も多かった。(Table 9)。培養 25 日目になるとカルシウム飽和度は著しく減少した。加えた硫酸アンモニウム量が多いほどカルシウム飽和度の減少は大きく,

Table 6 Effect of nitrification at various $\text{NH}_4\text{-N}$ content on soil pH

$\text{NH}_4\text{-N}$ Added (mgN)		Incubation time (day)				
		0	5	11	18	26
20	pH	4.4	4.3	4.1	4.0	3.9
	$\text{NH}_4\text{-N}^a$	20.40	16.70	1.39	1.34	0.90
	$\text{NO}_2\text{-N}^a$	0.13	0.95	0.52	0.12	0.03
	$\text{NO}_3\text{-N}^a$	1.50	6.80	10.96	12.01	13.70
50	pH	4.3	4.2	3.8	3.5	3.5
	$\text{NH}_4\text{-N}^a$	49.90	45.00	20.13	1.34	0.90
	$\text{NO}_2\text{-N}^a$	0.12	1.14	0.75	0.16	0.05
	$\text{NO}_3\text{-N}^a$	2.31	7.22	17.24	30.18	31.20
100	pH	4.2	4.1	3.6	3.1	3.0
	$\text{NH}_4\text{-N}^a$	100.90	93.01	57.78	17.42	2.85
	$\text{NO}_2\text{-N}^a$	0.13	1.06	0.67	0.33	0.07
	$\text{NO}_3\text{-N}^a$	1.78	7.73	23.40	51.78	68.00

^a mgN/100 g of dry soil.

Table 7 Effect of nitrification on soil pH after the addition of inorganic nitrogen

Inorganic nitrogen source		Incubation time (day)				
		0	5	11	18	26
(NH ₄) ₂ SO ₄	pH	4.3	4.2	3.6	3.4	3.4
	NH ₄ -N ^a	60.00	51.51	23.56	1.82	1.20
	NO ₂ -N ^a	0.12	1.3	0.69	0.18	0.05
	NO ₃ -N ^a	2.97	9.70	25.59	41.49	42.14
NH ₄ -Cl	pH	4.2	4.0	3.5	3.3	3.4
	NH ₄ -N ^a	61.20	54.21	28.56	5.41	1.22
	NO ₂ -N ^a	0.12	0.93	0.57	0.29	0.05
	NO ₃ -N ^a	2.31	7.90	20.77	38.19	37.29
NH ₄ -N ₃	pH	4.3	4.1	3.7	3.7	3.7
	NH ₄ -N ^a	35.40	26.11	6.12	1.22	0.96
	NO ₂ -N ^a	0.11	0.93	0.55	0.11	0.02
	NO ₃ -N ^a	32.14	32.46	44.36	47.88	47.88

^a mgN/100 g of dry soil.

Table 8 Effect of nitrification on soil pH after the addition of organic nitrogen

Organic nitrogen source		Incubation time (day)				
		0	5	11	18	26
Urea	pH	4.3	4.6	4.0	3.8	3.7
	NH ₄ -N ^a	11.50	49.70	20.32	1.23	1.27
	NO ₂ -N ^a	0.11	2.81	1.24	0.15	0.05
	NO ₃ -N ^a	3.57	10.60	26.81	36.44	39.05
Peptone	pH	4.5	4.6	4.0	3.9	3.9
	NH ₄ -N ^a	11.22	36.10	10.21	1.00	1.55
	NO ₂ -N ^a	0.11	0.01	1.16	0.20	0.14
	NO ₃ -N ^a	2.23	10.00	21.86	32.54	34.93
Peptone + Nitrapyrin	pH	4.5	4.9	4.8	4.9	4.8
	NH ₄ -N ^a	11.20	26.01	48.62	51.87	52.23
	NO ₂ -N ^a	0.11	0	0	0	0
	NO ₃ -N ^a	6.97	5.74	4.76	5.79	6.39
Rapeseed cakes	pH	4.4	4.5	4.2	4.1	4.1
	NH ₄ -N ^a	10.62	37.02	11.38	1.27	1.55
	NO ₂ -N ^a	0.11	0.01	1.16	0.20	0.14
	NO ₃ -N ^a	2.23	10.00	21.81	32.56	34.96
Rapeseed cakes + Nitrapyrin	pH	4.5	4.6	4.7	4.7	4.7
	NH ₄ -N ^a	10.31	45.01	35.24	38.57	44.00
	NO ₂ -N ^a	0.07	0	0	0	0
	NO ₃ -N ^a	3.23	4.54	8.76	6.39	5.47

^a mgN/100 g of dry soil.

Table 9 Effect of nitrification on Ca saturation

Nitrogen source (mgN/100g of dry soil)	Ca saturation (%)	
	Incubation time (day)	
	0	25
(NH ₄) ₂ SO ₄ (20)	51.2	47.1
(NH ₄) ₂ SO ₄ (50)	50.0	33.3
(NH ₄) ₂ SO ₄ (100)	47.9	17.9
Urea (50)	49.7	23.9
Peptone (50)	48.8	26.9
Peptone + Nitrapyrin	48.8	33.6
Rapeseed (50)	50.6	23.5
Rapeseed + Nitrapyrin	50.6	30.4

50 mgN で 50.0% から 33.3% へ、100 mgN では 47.9% から 17.9% へ減少した。

有機態窒素として尿素、ペプトン、なたね粕を用いた時、硝酸化成がカルシウム飽和度に及ぼす影響について検討した。培養 25 日目のカルシウム飽和度は尿素、ペプトン、なたね粕で 21.9~27.1% 減少した。有機態窒素の場合無機化作用も進むため、ニトラピリンにより硝酸化成を抑制し無機化作用のみによる影響を調べた。培養 25 日目のカルシウム飽和度の減少量は、硝酸化成を抑制しなかった場合の 3 分の 2 程度であった。

IV 考 察

茶園土壌は畝間、雨落ち、株下、株元に区分される。それぞれの区画は環境条件が異なるため、土壌の化学性や微生物性に著しい相違が認められている(渡辺ら、1985 a, 1985 b)。

Table 1~3 に各区画のアンモニア態、亜硝酸態、硝酸態の各窒素濃度の分布を示した。E (畝間) に施肥が集中するため、高濃度のアンモニア態窒素と硝酸態窒素が認められたが、それぞれの分布様式は異なっていた。アンモニア態窒素は土壌粒子に保持されるので、比較的浅い部分に分布した。硝酸態窒素は水の運動方向に従い移動するので、分布は気象条件等により変化する。野菜・茶業試験場(金谷)で施用される窒素肥料のほとんどが硫酸アンモニウムである。従って E (畝間)、D (雨落ち) では、表層部で硝酸化成により生成した硝酸態窒素が、雨水の浸透により移動し、深さ 0~60 cm の広い範囲に分布したものと考えられる。高濃度のアンモニア態窒素存在下で硝酸化成が起こる時、亜硝酸が生ずることがあ

る。E (畝間) の深さ 0~20 cm ではアンモニウム濃度が高いため、亜硝酸が生成したものと考えられる。硝酸化成は溶脱や脱窒に至る経路など、窒素成分の損失との関係でとらえられる場合が多い。実際、茶園でも相当量の窒素が失われていると思われる。しかし茶樹根の分布特性(青野ら、1981)を考えると、硝酸化成は畝間表層に局在化しているアンモニア態窒素を移動可能にし、施肥窒素と根の接触する機会を増やしているとみることが出来る。

畝間は施肥や深耕を受けるため、茶園土壌における物質動態の中心であり、土壌の性質を知る上で重要な指標を与える。最近、茶園土壌の硝酸化成の特徴などが明らかにされているが、畝間土壌が用いられているのはこのためである(早津、1988)。土壌部位別硝酸化成能の検討結果からも、畝間土壌の硝酸化成能が最も高く、窒素動態の中心としての重要性が支持された。

硝酸化成菌とはアンモニアを亜硝酸に酸化するアンモニア酸化菌(亜硝酸菌)と、亜硝酸を硝酸に酸化する亜硝酸酸化菌(硝酸菌)を指す。これらは化学合成独立栄養菌で、アンモニアまたは亜硝酸を酸化することにより、エネルギーを得て炭酸固定を行い生育する。従って土壌中における硝酸化成菌の生育は、アンモニア態窒素の供給量に制限される。E (畝間)、D (雨落ち) の深さ 0~10 cm の高い硝酸化成能は、この部位に年間に数回、多量のアンモニア態窒素が施用され、硝酸化成菌の数が増大したためと考えられる。A~C (株元、株下) は畝間、雨落ちに比べ pH が高く、硝酸化成菌の生育に好適に思えるが硝酸化成能は低い。株元、株下では落葉などの無機化によるアンモニア態窒素の供給しがなく、増殖が制限されるためと考えられる。

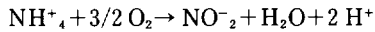
土壌の深い部分では硝酸化成菌の生育に重要な酸素と二酸化炭素の供給量が少ないため増殖が制限される。また硝酸化成菌は土壌の乾燥にも弱い。以上から E (畝間) の深さ 0~10cm の硝酸化成能が高く、特に乾燥の影響を受けにくい 5~10cm で最高の値を示したと考えられる。

茶園土壌の最も大きな特徴は、著しい酸性化である。窒素肥料の大量施用により、畝間土壌 pH は平均で 4 前後、著しい場合は 3 前後まで酸性化している(渡部ら、1987)。Table 4 に示すように酸性化の程度も同様ではなく土壌部位により異なる。酸性化の原因として硫酸アンモニウムなど酸性物質を含む肥料の多用が指摘されている。このため施肥が集中的に行われる畝間の酸性化が著しい。

硝酸化成の土壌中における pH の低限は 4~4.5 とされていたが、茶園土壌における限界は pH 2.9 前後にあ

ることが示された(早津ら, 1988)。酸性土壌では従属栄養菌による硝酸化成の重要が指摘されている(STROOら, 1986)。しかし茶園土壌では硝酸化成菌が主体であることが明らかにされ(早津, 1988)、好酸性アンモニア酸化菌が発見されている(早津ら, 1988)。

アンモニア酸化菌によりアンモニウムが亜硝酸に酸化される時、次式により2個の水素イオンが生成する。



従って、Table 6 に示すように硝酸化成量が大きいほど土壌は酸性化する。また各種無機態窒素を用いた検討の結果から、硝酸化成による酸性化の程度は含まれるアンモニウム量に依存し、対イオンの種類は無関係と考えられる。E (畝間)の比較的浅い部分の著しい酸性化は、大量のアンモニア態窒素が施用され、活発に硝酸化成が起こった結果と考えられる。これはこの部位の硝酸化成能が高いことから裏付けられる。以上から Table 1 に示されるような茶園土壌の酸性化の不均一性は、硫酸根などの酸性物質による全体的酸性化に、硝酸化成による部分的酸性化が総合された結果と考えられる。

Table 8 に示すように、有機物を窒素源とした場合、アンモニア態窒素に比べ pH の低下は小さい。有機物に含まれるアミノ酸などは、無機化作用により分解されアンモニウムを生成する。この際水素イオン1個を消費し pH を上昇させる(HALYAR, 1976)。硝酸化成を抑制すると pH の上昇のみが起こったのはこのためである。尿素、ペプトン、なたね粕の場合、いったんアンモニアに分解され、次いで硝酸化成が起こるため、pH は初期に上昇しその後減少したものと考えられる。ペプトン、なたね粕で初期の pH 上昇が尿素に比べ小さいのは、土壤微生物に栄養源として利用されるなど、無機化の過程が複雑なためであろう。茶園には有機質窒素が多量に使用されるが、酸性化を防止する上でも好ましいと言える。

Table 6~8 において、土壌中の培養初期のアンモニア態窒素存在量に比べ、生成した硝酸態窒素が少ないことに気付く。培養条件が好気的であることから、亜硝酸の化学的分解による揮散と思われるが、酸性土壌に特有な脱窒機構の存在も示唆される。硝酸化成の影響で揮散する窒素成分の形態や量の把握は、今後解明すべき重要な課題と言える。

硝酸化成は土壌を酸性化するため、塩基溶脱を促進する。Table 9 に示すように硝酸化成量が大きいほど溶脱量も大きく、無機、有機窒素に関係なく溶脱を促進する。

硝酸化成は茶園の土壌管理上問題となっている強酸性化、塩基溶脱の重要な原因であることを示した。現段階

では有効な硝酸化成の制御方法はない。年間の施肥窒素量が多いため、硝化抑制剤の使用にも限度がある。また硝化抑制剤の化学構造上の特徴から土壌汚染の心配もある。従って、必要なとき必要な量を施肥し、硝酸化成量を最小にとどめるのが望ましいと言える。

V 摘 要

茶園における土壌部位別硝酸化成能及び硝酸化成が茶園土壌の酸性化とカルシウム飽和度に及ぼす影響について検討した。

茶園土壌を 48 区画に分けて採土し、pH、無機態窒素濃度、硝酸化成能を測定した。硝酸化成能は E (畝間) 深さ 0~10 cm で高く、この部位のアンモニア態窒素と硝酸態窒素濃度は高く、酸性化も著しく進んでいた。

硝酸化成量が多いほど酸性化は進み、硫酸を乾土 100 g 当たり 50 mgN, 100 mgN 加えたとき、それぞれの pH は 0.8, 1.2 低下した。また硝酸化成による酸性化は無機態窒素の対イオンとは無関係で、含まれるアンモニア態窒素量に依存していた。尿素、ペプトン、なたね粕を窒素源として、pH の変化を検討した。三者とも初期にはアンモニア態窒素の増加とともに pH が上昇し、次いで硝酸態窒素が生成し pH も低下した。硝酸化成を抑制するとアンモニア態窒素の生成と pH の上昇のみが起こった。無機態、有機態窒素の両方で硝酸化成により塩基が溶脱した。

引用文献

- 1) 青野英也・築瀬好充・田中静夫 (1981): 茶樹の根群の発達と土壤保全機能(第1報)。樹齢の推移にともなう茶樹の根群の発達と分布。日作紀, **50**, 157~163.
- 2) DANCER, W.S., L.A. PETERSON and G. CHASTERS (1973): Ammonification and nitrification of N as influenced by soil pH and previous N treatment. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, **37**, 67~69.
- 3) FEDERER, C.A. (1983): Nitrogen mineralization and nitrification. Depth variation in four New England forest soil. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, **47**, 1008~1014.
- 4) FOCHT, D.D., and W. VERSTRAETE (1977): Biochemical ecology of nitrification and denitrification. *Adv. Microb. Ecol.*, **1**, 135~214.
- 5) 早津雅仁 (1988): 茶園土壌における硝酸化成の諸特徴。茶研報(講要), **67**, 92~93.
- 6) ———・小菅伸郎 (1988): 強酸性茶園土壌における硝酸化成とアンモニア酸化菌について。土肥学会講要 **34** 集, 41.
- 7) HANKISON, T.R. and E.L. SCHMIDT (1988): An acidophilic and a neutrophilic *Nitrobacter* strain isolated from the numerically predominant nitrite-oxidizing population of

- an acid forest soil. *Appl. Environ. Microbiol.*, **54**, 1536~1540.
- 8) HEIYAR, K.R. (1976): Nitrogen cycling and soil acidification. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, **42**, 217~221.
- 9) MORRILL, L.G. and J.E. DAWSON (1967): Patterns observed for the oxidation of ammonium to nitrate by soil organisms. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, **31**, 757~760.
- 10) SAHRAWAT, K.L. (1982): Nitrification in some tropical soils. *Plant and Soil*, **65**, 281~286.
- 11) STROO, H.F., T.M. KLEIN and M. ALEXANDER (1986): Heterotrophic nitrification in an acid forest soil and an acid tolerant fungus. *Appl. Environ. Microbiol.*, **52**, 1107~1111.
- 12) WALKER, N. and K.N. WICKRAMASINGHE (1979): Nitrification and autotrophic bacteria in acid tea soils. *Soil. Biol. Biochem.*, **11**, 231~236.
- 13) 渡部尚久 (1986): 茶園土壌における施肥成分の溶脱と茶樹の生育 (第1報). 窒素成分の溶脱について. 神奈川園試研報, **33**, 54~64.
- 14) 渡部育夫・池ヶ谷賢次郎 (1987): 多肥栽培下における超強酸性茶園土壌の化学性. 茶研報, **65**, 65~72.
- 15) 渡辺敏明・中村晋一郎・大森 薫 (1985 a): 茶園土壌における微生物フロラの特徴 (第1報). 赤黄色土壌の微生物フロラ. 福岡農総試研報, **A-5**, 41~46.
- 16) ————— (1985 b): 茶園土壌における微生物フロラの特徴 (第2報). 黒ボク土壌の微生物フロラ. 福岡農総試研報, **A-5**, 47~50.

Effect of Nitrification on pH of Tea Field Soils

Masahito HAYATSU and Nobuo KOSUGE

Summary

The purpose of this study was to determine the effect of nitrification on the pH and base saturation of tea field soils.

Forty eight soil samples were collected at different depths and distances from a trunk in a tea field to investigate the variations of nitrification activity, soil pH and inorganic nitrogen content. Nitrification activity was highest at a depth of 0-10cm in the space between hedges. This site also showed a high concentration of $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ and the highest level of acidification.

The incubation method was used to observe the effect of nitrification on soil acidification. After the addition of 20, 50 and 100 mgN of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, almost all of $\text{NH}_4\text{-N}$ was oxidized within 25 days. The pH of the soil samples decreased from initial values of 4.3 at 50 mgN and 4.2 at 100 mgN to final values of 3.5 and 3.0 respectively. After the application of urea, peptone and rapeseed cakes, the pH increased after 5 days and then decreased until nitrification ended. When the nitrification was completely inhibited by nitrapyrin, only ammonification occurred resulting in the increase of the pH values. Nitrification from both organic and inorganic nitrogen sources reduced Ca saturation.