

十勝地方火山性土における有機物の利用に関する研究

3. 作物収穫残さ連用土壌からの考察

松代平治* 佐藤辰四郎**

十勝地方の乾性型、湿性型両火山性土に低炭素率(C/N比)のてん菜類葉、高C/N比の秋播小麦稈、およびそのC/N比を20に調節したものを連用し、その土壌でのえん麦の生育、可給態窒素、微生物相の変化などをたい肥との比較も加えて調査し、これらの作物収穫残さ施用効果の土壌間差を検討した。両土壌とも低C/N比のてん菜類葉区、対照のたい肥区のえん麦の生育が最も良好であった。一方、高C/N比の秋播小麦稈C/N比無調節区は、乾性型火山性土でまだ窒素飢餓を示したが、湿性型火山性土でのえん麦の生育は無施用区を若干上回った。しかし小麦稈C/N比20区のえん麦は、乾性型火山性土で無施用区並の生育が得られ、更に湿性型火山性土でたい肥区に近い生育となった。以上のことは湿性型火山性土の方が、収穫残さの分解に伴う無機態窒素の有機化が盛んで、その無機化も早く、量が多いことを示し、その点は土壌の可給態窒素、微生物相の変化からもよく理解された。

緒言

既報で著者らは十勝地方の火山性土に、炭素率(C/N比)の異なる作物収穫残さを施用した場合、どの材料でも、土壌の無機態窒素の有機化が一度起きた後に窒素の無機化が始まり、しかもその過程の進行は、C/N比の低い材料ほど早いことを認めた。更に収穫残さの炭素含量がほぼ同一であることから、残さと共に土壌に持込まれる窒素の量はC/N比の低いほど多く、その無機化量も多いことを報告した⁹⁾。したがって高C/N比の収穫残さの施用にあたり、当初の無機態窒素の有機化による悪影響を防ぎ、その後の無機化量を多くするには、系外から窒素を補い、C/N比を調節する必要があることを指摘した。しかし秋播小麦稈のような分解の緩慢な材料では、その調節に必要な窒素量を当初に速効性窒素肥料で施すと、有機化されるのも緩慢なために多くの部分が有機化され

ずに流亡し、その後の無機化窒素量増大への寄与は小さいので、緩効性窒素肥料の使用が良いことも報告した¹⁰⁾。一方、十勝地方の乾性型、湿性型両火山性土の対比においてこれらの問題を考える場合、後者の方が土壌自体の可給態窒素量が多い⁸⁾ので、当然その影響を無視することはできない。しかし単年施用の結果では、湿性型火山性土の方が無機態窒素の有機化からその後の無機化過程への移行が若干早く、かつ無機化量がやや多いことが認められたに過ぎず、その差は小さかった。

したがって、今回は代表的な高C/N比、低C/N比の作物収穫残さを両土壌に連用することにより、その土壌間差を顕在化させ、またC/N比を調節した高C/N比の材料を連用することにより、低C/N比の収穫残さ、およびたい肥にどれほど近づけ得るかを調べた結果を報告する。

試験方法

1. 供試土壌

既報^{9,10)}と同じ十勝地方の乾性型火山性土、湿性型火山性土を用い、前者は場内の1 m²のコンクリート製わくに、後者は現地の0.7 m²の木わくに充てんした。なおその化学性、水分経過などは第1

1982年10月4日受理

*北海道立十勝農業試験場 (現北海道炭酸カルシウム工業組合、060札幌市中央区)

** 同上 (現北海道立北見農業試験場、099-14常呂郡訓子府町)

報に示したとおりである。

2. 処理区別

- (1) 無施用区
- (2) 秋播小麦稈 C/N 比無調節連用区
- (3) 秋播小麦稈 C/N 比20連用区
- (4) てん菜頸葉連用区
- (5) たい肥連用区

すなわち高 C/N 比の作物収穫残さに秋播小麦稈, 低 C/N 比の残さにてん菜頸葉を選び, 対照にたい肥連用区を設けた。更に秋播小麦稈の C/N 比を尿素で20に調節した区を設け, その連用がてん菜頸葉区, またはたい肥区にどれ程近づき得る

かを検討した (以後各区名から連用の言葉を省略)。また最終年に秋播小麦稈のみ単年施用区を設け, 連用区との比較を行った。以上の有機物の施用方法は第1報のとおりである。試験は1969年より1972年にかけて行い (有機物の連用は3回), 各年に供試した有機物の性状, 施用時期, 施用に伴い土壤に持込まれた窒素の量などは表1, 2, 3に示した。なお秋播小麦稈の施用量は1 m²当り乾物で500g, てん菜頸葉は1969年は生で4 kg, 1970年, 1971年は3 kgであった。またたい肥は生で2 kgを十勝農業試験場の乳牛糞と敷わらから生産したきゆう肥で施用した。

表1 供試有機物の性状

施用年	有機物の種類	成分含有率 (乾物中%)				C/N	施用時水分 (%)
		C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
1969	秋播小麦稈	44.99	0.31	0.09	1.26	145	18.05
	てん菜頸葉	44.12	1.74	0.42	1.41	25	81.32
1970	たい肥	27.84	2.29	1.07	2.53	12	72.57
	秋播小麦稈	36.90	0.52	0.19	1.20	71	11.75
1971	てん菜頸葉	41.97	1.79	0.39	3.20	23	85.84
	たい肥	36.80	2.75	1.72	3.91	13	75.70
1972	秋播小麦稈	43.18	0.38	0.17	1.30	114	23.11
	てん菜頸葉	43.87	2.04	0.59	3.20	22	85.80
1972	たい肥	17.02	1.23	0.58	1.10	14	62.64

表2 供試有機物の施用期日

施用年	有機物の種類	乾性型	湿性型
		火山性土	火山性土
1969	秋播小麦稈	9月3日	9月2日
	てん菜頸葉	10月20日	10月18日
1970	たい肥	5月9日	5月11日
	秋播小麦稈	9月14日	9月14日
1971	てん菜頸葉	10月21日	10月21日
	たい肥	5月7日	5月6日
1972	秋播小麦稈	9月7日	9月7日
	てん菜頸葉	10月14日	10月14日
1972	たい肥	5月8日	5月8日

3. 調査項目, 方法

調査はいずれも各有機物を3回施用後1971年より1972年にかけて行った。

(1) 有機物連用土壤でのえん麦の栽培

有機物施用当初の土壤におけるえん麦の生育反応は, 植木鉢にその土壤を充てんして栽培, 調査

し, 既に報告したが⁹⁾, 今回は各有機物を連用したわくの土壤にえん麦を栽培した。施肥量は1 m²当り N: 3 g, P₂O₅: 9 g, K₂O: 5 g で, 出穂期に青刈りして乾物重を測定した。

(2) 土壤の無機態窒素

硝酸態窒素, アンモニア態窒素を常法により抽出し, 前者はフェノール硫酸法, 後者は水蒸気蒸溜溜出液をネスラー試薬によりそれぞれ比色定量し, 結果はその含量で示した。

(3) 土壤の可給態窒素

各処理土壤の水分を容水量の70%になるように調節し, 28℃, 28日間培養した後, (2)の方法で無機態窒素を定量し, 培養前の値を差引いた。なおこの水分量は, 一般的には容水量の60%が用いられているが, 微生物数はむしろ70~80%が多いとも言われている¹⁵⁾ので前述の容水量として採用し, その減量は2日ごとに補給した。

(4) 土壤の微生物相

糸状菌: Smith-Dawson のローズベンガル寒

天¹⁴⁾を用いて平板法で測定。

好気性細菌、放線菌：Waksman のアルブミン寒天¹⁴⁾を用いて平板法で測定。

色素耐性菌：Waksman のアルブミン寒天にクリスタル紫を1/80,000濃度になるように加え¹⁴⁾て用い、平板法で測定。

硝酸化成菌：Stephenson の培地²⁰⁾を用いて稀釈頻度法で測定。

セルロース分解菌：McBeth の培地¹⁴⁾を用いて稀釈頻度法で測定。

なお土壌の脱水素酵素活性は Stevenson の方法²¹⁾により T.T.C.試薬を用いて測定した。

(5) 土壌からの炭酸ガス発生量

赤塚の方法により²⁾、地表面で呼吸鐘内に補集した炭酸ガスをガスピペットに採り、比色定量した。

試験結果

まず作物収穫残さなどの連用に伴い、土壌に持込まれた窒素の量を表3で見ると、その量が最も

表3 各有機物施用に伴い持込まれた窒素量

処理区別	年次 区分	1969年秋持込み量*			1970年秋持込み量*			1971年秋持込み量*			3ヵ年* 合計量
		有機物中	肥料中	合計	有機物中	肥料中	合計	有機物中	肥料中	合計	
無施用		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
秋播小麦稈無調節		1.6	0	1.6	2.6	0	2.6	1.9	0	1.9	6.1
秋播小麦稈 C/N 20		1.6	9.7	11.3	2.6	6.6	9.2	1.9	8.9	10.8	31.3
てん菜頸葉		13.0	0	13.0	7.6	0	7.6	8.7	0	8.7	29.3
たい肥**		12.6	0	12.6	13.4	0	13.4	9.2	0	9.2	35.2

* kg/10a

** たい肥のみは翌年春の持込み量

多かったのはたい肥区で、次に秋播小麦稈 C/N 比20区、それに僅差でてん菜頸葉区が続いたが、いずれも総量は10a 当り30kg 前後に達した。これに比べると秋播小麦稈無調節区の窒素量は 6 kg に過ぎなかった。以下その点を念頭に置きながら

順次述べたい。

1. 有機物連用土壌でのえん麦の生育

まず各有機物を連用した土壌でのえん麦の生育を表4に示した。その結果乾性型火山性土ではたい肥区、てん菜頸葉区でのえん麦の生育は良かつ

表4 有機物連用土壌でのえん麦の生育 (1972)

処理区別	項目・区分	乾性型火山性土				湿性型火山性土			
		草丈 cm		乾物取量		草丈 cm		乾物取量	
		6/27	7/25	g/m ²	比率%	6/27	7/25	g/m ²	比率%
無施用		54.1	103.0	438	100	60.3	107.3	627	100
秋播小麦稈無調節		54.5	100.7	402	92	60.0	110.9	635	101
秋播小麦稈 C/N 20		56.3	101.5	428	98	64.5	113.2	774	123
てん菜頸葉		61.3	109.6	544	124	65.8	114.7	750	120
たい肥		59.9	110.4	535	122	66.4	115.0	772	123

注1. 播種：1972年5月12日

2. 収穫：1972年7月25日

たが、秋播小麦稈 C/N 比無調節区では連用3回でも無施用区より劣り、窒素飢餓の回復がみられなかった。しかも C/N 比20区でも窒素の持込み量が30kg にも達するのに、無施用区と同程度にしかならなかった。

しかし湿性型火山性土ではたい肥区、てん菜頸

葉区でのえん麦の生育が良かったのは言うまでもないが、秋播小麦稈 C/N 比20区でのえん麦はたい肥区と同等の乾物量が得られ、また C/N 比無調節でも無施用区より若干良い生育となっていた。以上のことは両土壌とも高 C/N 比の作物収穫残さの施用に当り、C/N 比の調節が必要であること

と, その調節用材料に速効性窒素肥料を用いても, 土壤によっては, 3年ほどでその蓄積効果が明りようになってしまうことを示している興味深い。

2. 土壤の無機態窒素, 可給態窒素

次に土壤の無機態窒素の動きを調べた結果が表5である。その結果両土壤とも有機物の3回目施

表5 有機物連用土壤の無機態窒素 (1971~1972)

処理区別	土壤 年次 月/日	乾性型火山性土					湿性型火山性土				
		1971		1972			1971		1972		
		9/21	11/4	6/12	7/5	7/26	9/21	11/4	6/8	7/4	7/25
無施用		0.46	0.93	1.24	1.00	1.66	0.77	1.03	1.68	1.46	2.74
秋播小麦程無調節		0.47	0.88	0.85	1.00	1.09	0.57	0.95	1.38	1.19	1.93
秋播小麦程 C/N 20		1.34	0.86	0.96	0.83	1.43	3.43	1.07	1.71	1.37	2.26
てん菜類葉		—	0.71	1.33	1.27	1.92	—	0.71	1.95	1.69	2.91
たい肥		—	—	1.46	1.08	1.61	—	—	1.88	1.55	2.63

注 数値はmg/100g乾土

用当年は, 単年施用の結果^{9,10})と同様に秋播小麦程 C/N 比20区の値が高く, 秋播小麦程 C/N 比無調節区, てん菜類葉区は無施用区より低い値を示した。その翌年は両土壤ともてん菜類葉区の無機態窒素が常時高い値を示したことはうなずけるが, たい肥区が前半は無施用区より高い値であったのに, 7月末にはむしろ低くなり, 更に秋播小麦程系列が C/N 比調節の有無にかかわらず無施用区より低い値を示し, えん麦の生育と合致しない点

が問題と思われた。結局単年施用のような単純な系では, 土壤の無機態窒素の量と作物の生育とは比較的合致する⁹⁾が, 3年連用のようにそれまでに蓄積された部分から無機化する窒素と, 当年施用の部分から無機化する窒素が混在する中では, 可給態窒素の評価方法が問題である。但しその方法は数多くあるので^{1,11,18,19)}, 今回はとりあえず生土の培養法でその窒素を測定したのが表6, 7である。その結果乾性型火山性土ではてん菜類葉区

表6 培養法による有機物連用土壤の可給態窒素 (1972)

処理区別	土壤 月/日	乾性型火山性土				湿性型火山性土			
		6/12	7/5	7/26	10/7	6/8	7/4	7/27	10/6
無施用		1.47	0.49	1.39	1.68	1.59	1.73	2.37	2.29
秋播小麦程無調節		0.99	0.37	1.63	1.91	2.22	2.33	3.31	2.62
秋播小麦程 C/N 20		1.49	1.20	2.10	2.14	2.74	2.66	3.63	2.75
てん菜類葉		2.64	2.18	2.49	2.45	3.42	3.79	4.55	3.16
たい肥		2.16	1.66	1.76	1.84	4.05	4.40	3.23	3.67

注 数値はmg/100g乾土

表7 有機物連用土壤の可給態窒素の無施用土壤に対する増減 (1972)

処理区別	土壤 月/日	乾性型火山性土				湿性型火山性土			
		6/12	7/5	7/26	10/7	6/8	7/4	7/27	10/6
秋播小麦程無調節		-0.48	-0.12	+0.24	+0.23	+0.63	+0.60	+0.94	+0.33
秋播小麦程 C/N 20		+0.02	+0.71	+0.71	+0.46	+1.15	+0.93	+1.26	+0.46
てん菜類葉		+1.17	+1.69	+1.10	+0.77	+1.83	+2.06	+2.18	+0.87
たい肥		+0.69	+1.17	+0.37	+0.16	+2.46	+2.67	+0.86	+1.38

注 数値はmg/100g乾土

が常時高い値を示し、次いでたい肥区が前半の7月上旬まで高い値であった。また秋播小麦稈系列では、C/N比無調節区は前半は無施用区より明らかに低い値を示し、C/N比を調節しても無施用区を若干上回る程度であった。

一方湿性型火山性土では概してたい肥区が高い値で推移し、次いでてん菜頸葉区が高かった。また秋播小麦稈系列では、C/N比無調節でも無施用区より若干高い値となり、C/N比20区では一層高い値を示した。しかしこれもたい肥区、てん菜頸葉区には及ばず、えん麦の生育から予想されるより低い値で、適確な可給態窒素測定法の困難性が伺われた。いずれにしても低C/N比の材料の施用区は可給態窒素の量が多く、C/N比の高い材料はそれを調節する必要のあることがここでもわかる。また湿性型火山性土の無施用区も含めた各区は、乾性型火山性土の各区より可給態窒素の絶対量が多い。以上のことから湿性型火山性土の方が土壤自体の可給態窒素の量が多く⁸⁾、その窒素が収穫残さの分解による有機化に恒常的に取込まれて蓄積し、その無機化が早く、量も多いと思われる。

3. 土壤の微生物相

次に前述のように各有機物の連用により、乾性型、湿性型両火山性土の土壤間差が明りょうになった各区の微生物相を調べた結果が図1、表8である。その結果両火山性土とも収穫残さの施用当年に土壤の微生物数がかかなり増大し、翌春から秋の再施用前にかけて減少してゆくパターンが繰り返されるものと思われた。またその様相は湿性型火山性土の方が乾性型火山性土より無施用区でも微生物数が多い上に、処理による増大の度合が大きく、増大、減少のパターンも急激であった。こ

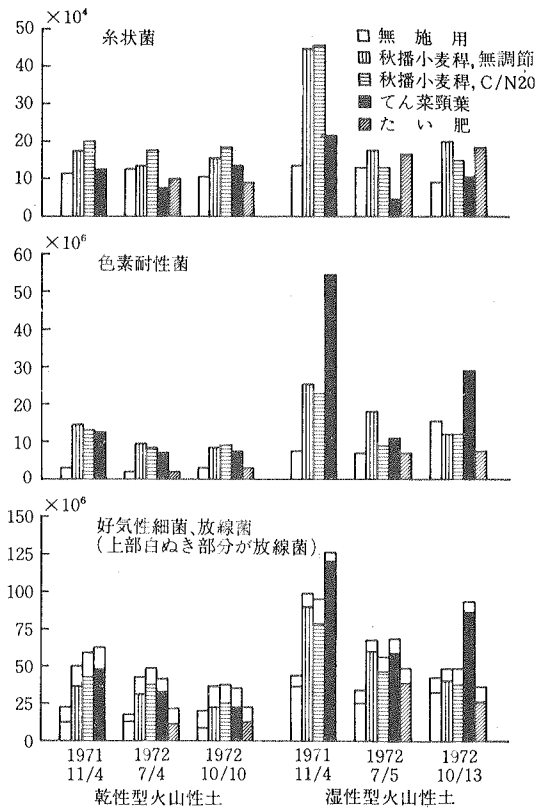


図1 有機物連用土壤の各種微生物数 (1971~1972)

の点と既述のえん麦の生育、可給態窒素の動きとを考え合せると、湿性型火山性土では、収穫残さの分解に伴う無機態窒素の有機化が盛で、有機化から無機化への転換も早いと考えられた。しかし収穫残さの再施用直前でも、施用系列の微生物数が無施用区より大体高く維持されており、連用系列で諸変化のLag-timeが短縮されている可能性が示された。

表8 有機物連用土壤の硝酸化成菌数 (1971~1972)

処理区別	土壤 年次 月/日	乾性型火山性土			湿性型火山性土		
		1971 11/4	1972 7/5 10/13		1971 11/4	1972 7/4 10/10	
無施用		77	53	65	98	236	108
秋播小麦稈無調節		84	103	51	285	280	163
秋播小麦稈 C/N 20		849	368	179	1,125	1,170	378
てん菜頸葉		78	143	81	186	206	161
たい肥		—	75	51	—	618	143

注 数値は乾土 1g 当りの $\times 10^2$ の単位で示した。

微生物の種類別では色素耐性菌の変動が最も大きく、この細菌は有機物、薬剤添加などの土壌処理、あるいは土壌水分の変化による変動が最も大きいという従来の見解⁴⁾と一致した。処理間差に注目すると、てん菜頸葉区の糸状菌の増加が非常に少ないのが目だった。また同区の好気性細菌数、色素耐性菌数の増大が、湿性型火山性土で著しいのも特徴的であったが、乾性型火山性土で必ずしもそのような傾向がない理由は不明である。また秋播小麦稈 C/N 比20区の硝酸化生成菌数の増大が著しいことも目立ち、前報の単年施用の結果¹⁰⁾と同様であった。なおたい肥区の微生物数の増大が極めて少なく、且つ好気性細菌数に対する放線菌数の割合が高かった。これはたい肥が一度分解過程を経た材料であること、またその施用量も10a 当り 2 t で、しかも分解が緩慢な牛糞たい肥であったことなどによる^{12,13)}のであろう。この外たい肥区の糸状菌は種類が多いが、秋播小麦稈系列ではその種類が単一化されていることが観察され、注目された。なお秋播小麦稈 C/N 比20区の微生物数が、乾性型火山性土で無調節区より概して多かったが、湿性型火山性土では逆であった。しかし後者で C/N 比20区の方が好気性細菌数に対す

る放線菌数の割合が高いので、第1回目の試料採取が小麦稈施用後2ヵ月近く経過していた点を、無機態、可給態窒素の動きと併せて考えると、次のように推察された。すなわち本土壤では秋播小麦稈の連用によってその分解が早まるが、C/N 比20区でその傾向が特に強く、有機物分解の初めに一般的な糸状菌、細菌が優勢な段階^{3,22)}が過ぎ、次の放線菌増加の段階になっていたと考えられる。

4. 秋播小麦稈連用土壤と単年施用土壤の比較

これまでの結果から、作物収穫残さの連用により土壤の微生物数、活性が高まり、それが次に収穫残さが施用された場合の諸変化の Lag-time を短縮するとともに、可給態窒素の蓄積にも役立つ可能性が考えられたので、その点を確かめるために、連用3年目の秋播小麦稈連用区と単年施用区について2~3の比較を行った。まず土壤の炭酸ガス発生量と脱水素酵素活性について、乾性型火山性土の値を表9に示した。その結果秋播小麦稈連用区は、単年施用区より全般に脱水素酵素活性が高く、炭酸ガス発生量も処理後2週間程は非常に多かった。また両区土壤の微生物相を調べた結果は表10のとおりで、乾性型、湿性型両火山性土とも、秋播小麦稈連用区の方が単年施用区より大

表9 秋播小麦稈連用、単年施用土壤の炭酸ガス発生量、脱水素酵素活性 (1971)

項目 処理区別	月/日*	CO ₂ 発生量mg/m ² /hr				T. T. C. 反応-Log T/10g 原土			
		9/14	9/20	10/4	11/5	9/16	9/21	10/7	11/4
無 施 用		744	560	428	90	0.321	0.190	0.160	0.269
秋 播 小 麦 稈 連 用		2,314	1,374	608	112	0.575	0.471	0.436	0.611
秋 播 小 麦 稈 単 年 施 用		1,595	918	615	130	0.594	0.374	0.346	0.432

* 1971年秋播小麦稈施用 (連用区は3回目) 後の調査月日

表10 秋播小麦稈連用、単年施用土壤の各種微生物数 (1971)

微生物	土 壤 処理区別	乾 性 型 火 山 性 土			湿 性 型 火 山 性 土		
		無 施 用	秋 播 小 麦 稈		無 施 用	秋 播 小 麦 稈	
			連 用	単年施用		連 用	単年施用
糸 状 菌		116	176	140	137	447	506
好 気 性 細 菌		125	361	300	367	905	539
放 線 菌		95	133	150	72	78	76
色 素 耐 性 菌		314	1,450	1,173	768	2,559	1,664
セ ル ロ ー ズ 分 解 菌		5	21	2	5	30	10

注 各数値は乾土 1 g 当り次の単位で示した。

- 糸状菌 ×10³
- 好気性細菌、放線菌 ×10⁵
- 色素耐性菌 ×10⁴
- セルロース分解菌 ×10²

部分の微生物数が多かった。したがって前者では連用により高められた微生物活性により、新たに加えられた小麦稈の分解の Lag-time が短縮され

ていると推測される。更に土壤の可給態窒素の動きも表11に示したが、乾性型火山性土においては、秋播小麦稈連用区の方が単年施用区より、有機化

表11 秋播小麦稈連用, 単年施用土壤の可給態窒素の無施用土壤に対する増減 (1972)

処理区別	乾性型火山性土				湿性型火山性土				
	月/日*	6/12	7/5	7/26	10/7	6/8	7/4	7/27	10/6
秋播小麦稈連用		-0.48	-0.12	+0.24	+0.23	+0.63	+0.60	+0.94	+0.33
秋播小麦稈単年施用		-1.13	-0.77	-0.49	+0.06	-0.40	-	+0.43	-0.14

注1 数値はmg/100g 乾土

* 1971年秋播小麦稈施用(連用区は3回目)後, 翌年の調査月日

段階の可給態窒素の減少量が少なく、しかもその無機化が始まる時期も早く、連用区が処理翌年の7月に始まったのに対し、単年施用区は10月によくその段階になった。一方湿性型火山性土では、連用区は処理翌春の初めから窒素の無機化が始まっており、単年施用区でも7月末に既に無機化の始まる兆候がみられた。また有機化段階でも可給態窒素の減少量は乾性型火山性土より少なく、無機化段階の無機化量は多かった。以上のことから秋播小麦稈の連用により、施用時の諸変化の Lag-time が短縮され、無機態窒素の有機化から無機化段階への転換が早まると考えられる。またその過程が土壤の微生物数、可給態窒素量の多い湿性型火山性土では、乾性型火山性土より一層早く進み、無機化窒素量も多いと解釈された。

考 察

有機物を土壤に加えると、その分解に関与する微生物の増殖による有機物の炭素と窒素の菌体への取込みがある。しかし菌体の C/N 比はほぼ一定であり、有機物の C/N 比の方が一般に高いので、存在する窒素の量が増殖し得る微生物の量を規定し、その結果有機物を腐植物質に変ずる割合を規定するといわれている^{16,17)}。一方、丸本らは土壤に加えられた植物残さなどの有機物が土壤微生物により分解される場合、増殖した微生物により有機物の窒素の大部分は、微生物菌体を含めた土壤固有の窒素化合物に一応組み変えられることを報告している⁹⁾。更にその微生物はやがて死滅してまた分解され、その分解過程で再び新しい微生物が増殖するというサイクルが次々と起こるが、その場合、微生物の細胞質物の分解は早い、細

胞壁物の分解は遅く、土壤中に残留しやすいと述べている。しかしその部分も土壤が乾燥や機械的破砕などの処理を受けると、無機化が促進されると考えられ、以上のことから、土壤の易分解性有機物の給源の一部に微生物の細胞壁物が寄与し、また微生物活性と易分解性有機物の集積との間に関係があると結論している^{6,7)}。

以上の点から土壤に作物収穫残さを加えた場合、C/N 比の低い材料はおう盛な微生物活動を通じて土壤の可給態窒素の増加に有効であり、C/N 比の高い材料はその C/N 比を調節する必要があると言える。著者らは既に C/N 比の低い材料ほど窒素の無機化量の多いことを報告し⁹⁾、今回の連用試験でもてん菜頸葉区の土壤の微生物数の増加が比較的多く、可給態窒素の量が高く維持されていた。また秋播小麦稈のように C/N 比が高く、且つ分解も緩慢な材料の C/N 比の調節には、緩効性の材料が望ましいことは前報で論じた¹⁰⁾。しかし十勝地方の乾性型、湿性型両火山性土でその活用を考える場合、土壤の可給態窒素量の多い後者⁹⁾では、その窒素の影響を無視し得ない。ただ単年施用の結果では、湿性型火山性土の方が秋播小麦稈の分解に伴う無機態窒素の有機化から無機化過程への移行が若干早く、無機化量もやや多いこと以外はその差は小さかった⁹⁾。しかし本試験では秋播小麦稈の連用により、その土壤間差が明りようになった。すなわち秋播小麦稈を C/N 比無調節で3年間連用した結果、乾性型火山性土では依然として窒素飢餓が起こり、その土壤に栽培したえん麦の生育が無施用区より劣ったが、湿性型火山性土では無施用区より若干良い生育となった。しかも C/N 比を調節すると、乾性型火山性土でようやく

無施用区並のえん麦の生育が得られたのに対し、湿性型火山性土ではたい肥区、てん菜類葉区と同等のえん麦の乾物収量が得られた。この3区は3年間に土壤に持込まれた窒素量はほぼ近似した30 kg/10a 前後であり、それが有効に可給態窒素に組み変えられて蓄積し、無機化すればえん麦の生育量も同等になるはずである。しかし本試験ではC/N比の調節に速効性の尿素を用いたため、分解の緩慢な秋播小麦稈による有機化も緩慢で一部分だけが有機化され、他の部分は流亡して蓄積し得ず¹⁰⁾、土壤窒素の少ない乾性型火山性土で可給態窒素の増大が少なく、えん麦の生育も良くならなかったのであろう。しかし土壤の窒素含量が高い湿性型火山性土では、夏季に無機化する窒素量が多い⁸⁾。したがってその窒素が緩効性窒素肥料のように作用して有効に有機化され、C/N比調節用窒素の流亡分をある程度補ってえん麦の生育に良好に働いたと思われる。しかし単年に土壤から無機化する窒素量だけでは不足で、3年の連用によりようやくたい肥区に近いレベルに達したので、やはり既報のように緩効性窒素資材の使用が望まれる。この点可給態窒素量の多い水田土壤で稲わらの施用に当り、C/N比調節の必要性があまりない点と考え合わせて興味深い。しかも湿性型火山性土は放線菌以外の微生物数が常時乾性型火山性土より多く、収穫残さの施用による増減のパターンも大きく、急激であった。したがってこの土壤では、収穫残さの分解に伴う無機態窒素の有機化が盛で、無機化段階への転換も早く、その無機化量が多いと推定される。

なお秋播小麦稈連用土壤と単年施用土壤の比較で、前者の方が微生物数が多く、分解のLag-timeが短縮される点や、微生物活動の高まりにより、無機態窒素の有機化から無機化過程への進展も早まるとともに、可給態窒素の増大へ進むことが認められ、興味深い。

一方たい肥区は可給態窒素の量は多いが、微生物数の増大はそれほど大きくなかった。この点は牛糞たい肥の特性も含めて、一度分解過程を経た有機物といわゆる新鮮有機物との違いと考えられ、今後の検討課題である。

以上を総括すると次のように纏められる。作物収穫残さを土壤に連用すると微生物活性が増大し、低C/N比のてん菜類葉区で土壤の可給態窒

素の量がたい肥区並に維持された。一方高C/N比の秋播小麦稈の連用でも、無機態窒素の有機化からその後の無機化過程への進展が早まるが、C/N比を調節しないと可給態窒素の増加は少なかった。またC/N比を調節しても、速効性窒素肥料を用いるとその効率は悪かった。しかしこれらの場面でも土壤本来の可給態窒素の量、微生物数の多い湿性型火山性土では、乾性型火山性土より可給態窒素の蓄積が多く、その窒素の無機化過程の開始が一層早まるとともに、無機化量も多かった。このことはこの土壤から無機化する窒素が、秋播小麦稈の分解に伴って恒常的に再有機化され、有効に蓄積されることを示す。したがって秋播小麦稈のようにC/N比が高く、分解の緩慢な材料の施用に当っては、施用土壤の可給態窒素の量の多少を考慮しつつ、適正な緩効度のC/N比調節資材、およびその施用量などを更に検討する必要がある。

謝辞 本研究を行うに当り、元十勝農業試験場長楠 隆氏より終始御懇篤な御指導を賜った。また前十勝農業試験場土壤肥料科長野村 琥氏をはじめ同科の研究職員各位には、種々有益な御助言、御協力をいただいた。以上の諸氏に厚く感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 赤塚 恵, 坂柳迪夫, “畑土壤における窒素供給力の検定方法に関する2, 3の考察”, 北海道農試彙報, 83, 64—70 (1964).
- 2) 赤塚 恵, “畑における土壤呼吸について”, 土と微生物, 7, 12—15 (1965).
- 3) 土壤微生物研究会編, “土と微生物”, 岩波書店, 1966, p.90.
- 4) 古坂澄石編, “土壤微生物入門”, 共立出版社, 1971, p.151—154.
- 5) 丸本卓哉, 古川謙介, 吉田 堯, 甲斐秀昭, 山田芳雄, 原田登五郎, “土壤の易分解性有機物の集積に対する微生物およびその細胞壁の寄与について, I, ライグラスの分解に伴う土壤有機態窒素のアミノ酸およびアミノ糖化合物の動向”, 土肥誌, 45, 23—28 (1974).
- 6) 丸本卓哉, 甲斐秀昭, 吉田 堯, 原田登五郎, “土壤の易分解性有機物に対する微生物体およびその細胞壁の寄与について, II, 易分解性有機物の集積と微生物の関係”, 土肥誌, 45, 239—246 (1974).
- 7) 丸本卓哉, 甲斐秀昭, 吉田 堯, 原田登五郎, “土

- 壤の易分解性有機物に対する微生物体およびその細胞壁の寄与について, III, 土壤中における微生物体およびその細胞壁物質の無機化に及ぼす乾燥処理の効果と易分解性有機物に対する細胞壁物質の寄与”. 土肥誌, **45**, 332—340 (1974).
- 8) 松代平治, 佐藤辰四郎, “十勝地方湿性型火山性土の改良に関する試験, III, 暗渠排水, 石灰処理が土壤の無機態窒素の消長, 作物の生育・収量に及ぼす影響について”. 北農, **41** (2), 23—35 (1974).
- 9) 松代平治, 佐藤辰四郎, “十勝地方火山性土における有機物の利用に関する研究, I, 作物収穫残さの施用, 分解に伴う土壤の無機態窒素の消長”. 北海道立農試集報, **45**, 7—16 (1981).
- 10) 松代平治, 佐藤辰四郎, “十勝地方火山性土における有機物の利用に関する研究, II, 秋播小麦稈施用時の C/N 比調節”. 北海道立農試集報, **46**, 30—40 (1981).
- 11) 三木和夫, “畑土壤の窒素供給力に関する研究”. 東海近畿農試研究報告, **18**, 1969, p.353—406.
- 12) 内藤元男監修, “畜産大辞典”. 養賢堂, 1978, p. 1045.
- 13) 成田保三郎, “連・輪作土壤の微生物フロア”. 土肥誌, **53**, 11—14 (1982).
- 14) 日本土壤肥料学会編, “分析法特集号”. 土肥誌, **37**, 34—45 (1966).
- 15) 岡田要之助, “土壤微生物概論”. 養賢堂, 1949, p.24.
- 16) ライオン, T.L., バックマン, H.O. “土壤学”. 三井進午等訳. 朝倉書店, 1950, p.128.
- 17) ラッセル, “植物生育と土壤”. 藤原彰夫等訳. 朝倉書店, 1956, p.291.
- 18) 沢口正利, 南 松雄, “畑土壤肥沃度の診断に関する研究, III, 窒素肥沃度の判定について”. 北海道立農試集報, **22**, 48—60 (1970).
- 19) 下野勝昭, 大崎玄佐雄, “網走地方に分布する主要土壤の養水分供給力に関する研究, V, 土壤の Nitrogen Mineralization Potential の測定とその評価”. 北海道立農試集報, **45**, 27—37 (1981).
- 20) Stephenson, M. “Bacterial Metabolism”. Longmans, Green and Co., London, 1949, p. 317.
- 21) Stevenson, I.L. “Dehydrogenase activity in soils”. Can. J. Microbiol. **5**, 229—235 (1959).
- 22) 渡辺 巖, “農業と土壤微生物”. 農山魚村文化協会, 1971, p.101—103.

Utilization of Organic Materials in Volcanic Ash Soils Distributed Widely in Tokachi District

3. The effects of continuous application of plant residues to soils

Heiji MATSUSHIRO* and Tatsushiro SATOH**

Summary

The effects of continuous application of plant residues to dry and wet type volcanic ash soils distributed widely in Tokachi District were examined. The following plant residues were used: (A) beet top with a narrow C/N ratio; (B) winter wheat straw with a wide C/N ratio. The plots with winter wheat straw was divided into two parts: one where the C/N ratio was adjusted to 20 and another where it was not adjusted. After three years applications, changes in the available nitrogen and the microflora of the soils and oat plant growth in the soils were examined. Farmyard manure was used for a comparison with the plant residues.

The results obtained were summarized as follows:

1. In both soils, the oat growth was best in the plots where beet top and farmyard manure was applied.
2. In the dry type volcanic ash soil, nitrogen starvation still occurred after three years applications of winter wheat straw with unadjusted and wide C/N ratio. The oat growth was inferior to the control plot where no plant residue was applied. In the wet type volcanic ash soil, nitrogen starvation did not occur and oat growth was slightly better than that in the control plot.
3. Where the C/N ratio of the winter wheat straw was adjusted to 20, the oat growth in the dry type volcanic ash soil was similar to that in the control plot. In the wet type volcanic ash soil, it was nearly the same as in the plot with farmyard manure.
4. These results indicate that in the wet type volcanic ash soil, the amount of immobilized nitrogen is greater and during the decomposition of plant residues, the speed of release of the nitrogen is higher than in the dry type volcanic ash soil. Changes in the available nitrogen and the microflora of the soils showed a close correspondence to the above phenomena.

* Hokkaido Calcium Carbonate Industrial Co-operative, Sapporo, Hokkaido, 060, Japan.

**Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido, 099-14, Japan.