

## 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, 分解に伴う土壌の無機態窒素の消長

松代平治\* 佐藤辰四郎\*\*

十勝地方の火山性土にてん菜頭葉, とうもろこし稈, 秋播小麦稈の3種類の作物収穫残さを施用し, その分解に伴う土壌の無機態窒素の消長を炭酸ガス発生量, 微生物活性などと関連させて調査し, またたい肥との比較も行った。その結果, いずれの収穫残さが施用されても, 土壌の無機態窒素の有機化が一度起こった後, 窒素の無機化, 放出に移行した。しかしその過程の進行は収穫残さの炭素率(C/N比)が低いほど早く, かつ無機化量も多かった。またこれらの残さの分解に伴う炭酸ガス発生量, 微生物活性の増大も同じ順に大きい傾向にあった。対照のたい肥(C/N比12)は施用後直ちに窒素の無機化が起こり, その量も多かったが炭酸ガス発生量, 微生物活性は収穫残さの施用当初ほどには高まらなかった。これらの過程は乾性型火山性土, 湿性型火山性土の間で若干の差が見られ, また収穫残さの施用された土壌を用い, ポットに栽培したえん麦の生育にもよく反映された。

### 緒言

耕地の地力を維持, 増進させるための手段として古くから有機物の施用が行われている。しかしその方法は時代の背景とともに変わり, ここ10年余りの間に機械化農業の進展により, たいきゆう肥(たい肥)の形での施用は減少し, 水田作, 畑作では各作物の収穫残さが直接は場に施用されることが多い。この場合, その材料の炭素率(C/N比)の高低が, それらの土壌中の分解の遅速, あと作物に及ぼす影響に関与することも知られている。すなわちC/N比の低い材料は, 土壌へ施用後直ちにその窒素の無機化が始まる。しかしC/N比の高い場合は, それを分解する微生物の菌体合成に必要な炭素に比べて窒素が足りないため, 土壌の無機態窒素まで利用, 固定(有機化)するので, そこに栽培される作物はいわゆる窒素飢餓を起こす。このため

過去にはC/N比の高い材料は, あらかじめたい積, 腐熟させ, C/N比を下げたい肥として施用された。しかし現在の農業情勢に対応するためには, この収穫残さが直接土壌に施用された場合の諸問題を十分に解明しておく必要がある。ところでこの問題については, 一応昭和40年代に全国的な総合研究がなされた<sup>9)</sup>。また最近では化学肥料偏重による地力低下対策, 資源有限時代での効率的物質循環の見地から, 再びこの有機物に関する問題の根本的な見直しが, より幅広くなされつつある。

しかし既往の研究結果では, この収穫残さのは場での施用効果, 残さ中成分のあと作物による利用率などについては, 詳細な知見が得られているが<sup>9,10,13,17)</sup>, 施用後の分解に伴う土壌窒素の変化などに関しては, 実験室的, モデル的探究に終わっているものが多い<sup>5,12)</sup>。したがって実際は場の施用時期に合わせて経時の変化を追跡し, また材料間, さらにたい肥との比較も加えて, 管理対策との関連を考察したものはきわめて少ない<sup>4,8)</sup>。

著者らは十勝農業試験場在勤中, 中央農業試験場, 北見農業試験場協同の総合研究に参画したが<sup>6)</sup>, その中からC/N比の異なる作物収穫残さを, 十勝地方火山

1980年6月15日受理

\* 北海道立十勝農業試験場(現北海道立根釧農業試験場, 086-11 標津郡中標津町)

\*\* 北海道立十勝農業試験場(現北海道立北見農業試験場, 099-14 常呂郡訓子府町)

性土に施用した場合の土壌の無機態窒素の変化を中心に検討し、たい肥との比較も行った結果を報告する。

## 試験方法

### 1. 供試土壌

有機物の分解には土壌の水分条件が関与するので<sup>3)</sup>、田村、山田による<sup>16)</sup>乾性型火山性土、湿性型火山性土を用いた。すなわち前者としては十勝農業試験場ほ場の土壌(褐色火山性土<sup>\*</sup>、瀬尾らの伏古統<sup>14)</sup>)を、場内の1㎡のコンクリート製わくに充てんした。また後者には帯広市川西町西別府の土壌(湿性厚層黒色火山性土<sup>\*</sup>、瀬尾らの伏古湿地統<sup>14)</sup>)を選び、現地に設置した0.7㎡の木わくに充てんして、水分状況を現地状態に保った。なお供試土壌の化学性は表1のとおりである。

### 2. 供試有機物

供試有機物には、作物収穫残さの中から低C/N比の材料にてん菜頸葉、高C/N比の材料に秋播小麦稈、中間のものとうもろこし稈を選んだ。また比較に十勝農業試験場で乳牛糞と敷きわらから生産したきゆう肥(たい肥)を用い、さらに対照に無施用区を設けた。

収穫残さはいずれも1~3cmに細断後、それぞれのわくの土壌に15cmの深さまでよく混合した。一方たい肥は細断せずによくほぐして土壌に混合した。また各有機物は実際の施用時期になるべく近い時期に施用した。以上の各有機物の性状、およびそれぞれの土壌へ

の施用期日は表2、3のとおりである。なお秋播小麦稈のみは参考のため、乾性型火山性土で9月3日と10月20日の施用区を設けた。

表3 供試有機物の施用期日

有機物の種類	乾性型火山性土	湿性型火山性土
秋播小麦稈	1969年9月3日*	1969年9月2日
とうもろこし稈	1969年10月20日	1969年10月18日
てん菜頸葉	1969年10月20日	1969年10月18日
たい肥	1970年5月9日	1970年5月11日

\* 乾性型火山性土には、参考に10月20日施用区も設けた(施用時水分12.75%)

### 3. 調査項目、方法

土壌からの炭酸ガス発生量：有機物の分解状況の一指標として、土壌からの炭酸ガス発生量を測定した。すなわち赤塚の方法により<sup>1)</sup>、地表面で呼吸室内に20分間補集した炭酸ガスをガスピペットに取り、比色定量した。

土壌の脱水素酵素活性：土壌微生物活性の尺度にT.T.C反応による脱水素酵素活性<sup>15)</sup>を測定した。まず土壌10gを50mlのビーカーに取り、炭酸カルシウム100mg、1%のT.T.C溶液1mlを添加混合し、土壌をビーカーの底部に突き詰め、湿室で27°C、24時間培養後、生成したフォルマザンを25mlのメタノールで抽出し、波長485nmで吸光度を測定した。

表1 供試土壌の化学性

土壌の種類	腐植 (%)	T-N (%)	C/N	pH		CEC me/100g	置換性塩基 me/100g			磷酸吸収係数
				H <sub>2</sub> O	KCl		CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	
乾性型火山性土	5.8	0.31*	11.0*	5.42	4.27	17.9	5.61	0.83	0.24	930
湿性型火山性土	14.8	0.64	13.2	5.30	4.35	35.6	14.91	2.49	0.49	1,722

\* 十勝農業試験場作土の一般値

表2 供試有機物の性状、施用量

有機物の種類	成分含有率(乾物中%)				C/N	施用時水分 (%)	施用量 g/㎡
	C	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			
秋播小麦稈	44.99	0.31	0.09	1.26	145	18.05	500(乾物)
とうもろこし稈	45.25	1.07	0.21	3.41	42	70.32	500(乾物)
てん菜頸葉	44.12	1.74	0.42	1.41	25	81.32	4,000(生)
たい肥	27.84	2.29	1.07	2.53	12	74.60	2,000(生)

\* 北海道土壌分類委員会による分類名

土壌の無機態窒素：硝酸態窒素，アンモニア態窒素をそれぞれ常法により抽出し，前者はフェノール硫酸法により，後者は水蒸気蒸留後，留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。

有機物施用土壌によるえん麦の栽培試験：有機物の分解過程が土壌に及ぼす影響を作物の生育反応からも知らうとした。すなわち有機物を施用後一定期日に各畝より土壌を採取し，1/5,000 a のポットに充てんしてえん麦を無肥料栽培し，約1か月後に抜き取って乾物重を測定した。栽培はガラス室で行ったが，初年目の10月採取土壌での栽培のみは，低温時のため温室で行った。土壌の採取は初年目2回，2，3年目各3回計8回行った。

なお試験は1969年～1971年の3か年行ったが，各農耕期間の土壌水分は乾性型火山性土で含水比が32.6～47.7%，容水量の45.0～65.9%の範囲で推移したのに対し，湿性型火山性土では含水比が50.1～71.5%，容水量の50.0～71.4%の範囲で推移し，おおそ目的に合致していた。また両土壌の10cmの地温を表4に1970年の旬別平均値のみ示したが，乾性型火山性土が湿性

型火山性土より最高地温が若干高く（全期間平均で約1.1℃高い），最低地温もわずかに高く（全期間平均で0.2℃高い）経過し，したがって湿性型火山性土より温度較差が大きい特徴がみられた。

### 試験結果

試験は3年間行ったが，各調査項目とも3年目は処理間差がわずかであったので，図表は前2か年の結果を主として示し，3年目の結果は一部を除き，文章により表現した。

#### 1. 土壌からの炭酸ガス発生量

まず作物収穫残さの施用による土壌からの炭酸ガス発生量の推移を土壌別に図1，2に示した。乾性型火山性土の結果から述べると，低C/N比のてん菜頸葉区は，地温の低い（約10℃）10月に施用されたにもかかわらず，1週間程度で易分解性成分の激しい分解によるピークに達すると思われた。その後急速に炭酸ガス発生量は低下したが，施用年内はかなり高い水準にあった。施用翌年の発生量はやや多い時もあったが，無施用区との差は一層縮まった。中C/N比のとうもろこし稈区の炭酸ガス発生量は，てん菜頸葉区よりは少ないが施用年は同傾向で推移し，ピークも大きかった。しかし翌年の発生量はてん菜頸葉区より多くなった。一方高C/N比の秋播小麦稈区は，施用後10日程で炭酸ガス発生量のピークに達したが，施用時の地温（9月で約20℃）からみて前2者より劣ると思われた。その後翌年7月まで発生量は3者中最下位で経過したが，8月以降にやや多い時があった。翌春施用のたい肥区の炭酸ガス発生量は比較的多かったが，収穫残さ施用当初のようなピークは見られず，たい積中に易分解性成分の分解を終えた材料の特徴が示された。なお収穫残さ施用翌々年の区間差はきわめて小さかった。

一方湿性型火山性土では，収穫残さ施用年の傾向は乾性型火山性土と同様であった。しかし翌年の炭酸ガス発生量は施用年同様てん菜頸葉区>とうもろこし稈区>秋播小麦稈区の順で，乾性型火山性土と異なった。またたい肥区の発生量もかなり多かった。施用翌々年もてん菜頸葉区，たい肥区の炭酸ガス発生量が多く，乾性型火山性土より施用の影響が永く続いた。なお全般に湿性型火山性土の方が乾性型火山性土より各区の炭酸ガス発生量が多い傾向にあり，これは前者の易分解性窒素の多いことが関係していると思われた<sup>6)</sup>。

表4 旬別地温（10cm）平均値（1970）

月	旬	乾性型火山性土		湿性型火山性土	
		最高地温	最低地温	最高地温	最低地温
5月	24～31日	19.0℃	12.2℃	18.6℃	12.8℃
6月	上旬	20.0	13.7	19.1	13.5
	中旬	21.3	14.9	20.8	14.6
	下旬	21.0	16.3	19.9	15.4
7月	上旬	19.9	15.9	19.2	15.4
	中旬	21.7	16.9	20.7	16.6
	下旬	28.8	22.3	28.5	23.6
8月	上旬	24.4	19.1	23.2	19.8
	中旬	24.1	19.8	22.8	20.2
	下旬	24.7	20.8	24.1	20.7
9月	上旬	21.0	16.1	19.9	16.7
	中旬	18.9	14.3	17.8	14.5
	下旬	17.1	12.4	—	12.2
10月	上旬	15.9	10.1	15.8	10.0
	中旬	13.5	9.7	13.2	9.7
	下旬	10.5	8.0	10.5	7.5
11月*	上旬	5.9	3.4	4.8	2.7

\* 1969年の数値

2. 土壤の脱水素酵素活性

次に土壤の炭酸ガス発生量と対比して、土壤微生物活性の一尺度に脱水素酵素活性を測定した。その結果湿性型火山性土で、生成したフォルマザンの吸着によると思われるきわめて低い値が得られたので、乾性型火山性土の結果のみを図3に示した。図によるとまずてん菜頸葉区で、施用年の脱水素酵素活性の高まりが著しく、易分解性成分の多い<sup>7)</sup>ことが推測された。しかし施用翌年のその活性は、供試有機物中最高ではあるがかなり低下した値で経過した。次にとうもろこし稈区の活性は、施用年はかなり差があるがてん菜頸葉区に次いで高く、翌年も同じ順位であった。前2者に対し秋播小麦稈区の活性は最も低く、常時無施用区よりやや高い値で経過した。これらの結果は収穫残さ施

用当年は、炭酸ガス発生量の多少とよく対応したが、翌年は必ずしも対応せず、この方法の限界がうかがわれた。ただ興味深いことはたい肥区の酵素活性がそれほど高くないことで、ここでもある程度分解の進んだ材料の特徴が見られた。

なお収穫残さ施用翌年は、てん菜頸葉区の活性のみが無施用区より若干高かった。

3. 土壤の無機態窒素の消長

次に土壤の無機態窒素の消長から、収穫残さの分解に伴うその窒素の有機化、無機化の経過を知り、またたい肥との比較も行った。結果は土壤別に図4、5に示したが、乾性型火山性土では高C/N比の秋播小麦稈区の無機態窒素が、施用年に有機化によりかなり減少し、しかもそれが翌年秋まで続いて回復しなかった。

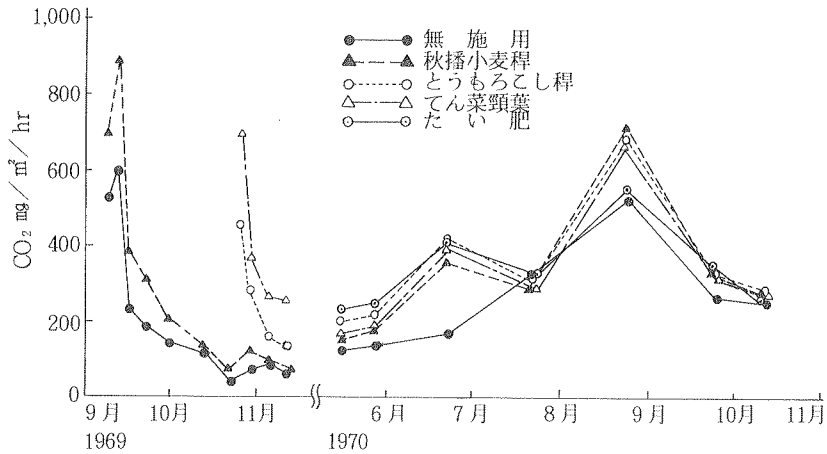


図1 炭酸ガス発生量の推移—その1—乾性型火山性土

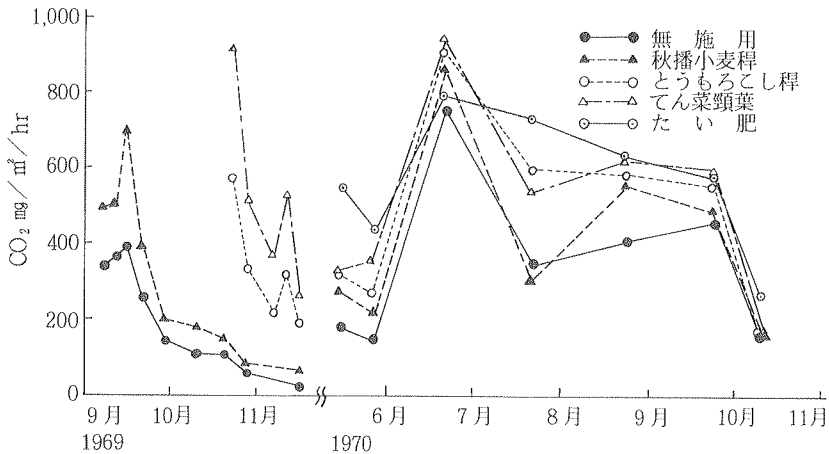


図2 炭酸ガス発生量の推移—その2—湿性型火山性土

次に中C/N比のとうもろこし程区の無機態窒素も、施用年に前者より若干軽い減少を示したが、翌春には回復して窒素の無機化が始まった。注目すべき点はC/N比25のてん菜頸葉区でも、施用年にとうもろこし程区同様の無機態窒素の減少を示し、しかも越年まで約1か月間継続したことで、これはこの材料が易分解性の低分子の糖を多く含んでいる<sup>7)</sup>ためであろう。しかし翌春には窒素の無機化が始まり、その量も最も多かった。なお翌春施用されたたい肥区は、直ちに窒素の無機化が始まり、前半ではその量も多かった。

一方湿性型火山性土での収穫残さ施用年は、区間差は大きい乾性型火山性土と同様に推移した。しかし翌年は8月に秋播小麦程区の回復が見られ、また他の有機物施用区は春から窒素の無機化が始まって量も多く、特にたい肥区が高水準で経過した点が目立った。

収穫残さ施用翌々年は、両土壌とも初期の6月下旬

頃まではてん菜頸葉、とうもろこし程、たい肥区の無機態窒素が若干高かった以外は、明りょうな差は認められなかった。

なお秋播小麦程のみは実際の作業面も考慮して、乾性型火山性土において9月3日、10月20日施用の2区を設けたので、前記3項目の測定結果を表5に示した。この10月の施用時期は9月より1か月半余り遅く、地温も約10℃低い時期であったにもかかわらず、その各項目の値は9月施用区に比べて、若干分解が遅れていることを示すに過ぎなかった。

4. 有機物施用土壌によるえん麦の栽培試験

この項では有機物施用土壌に作物を栽培した場合、前項までの検討結果がその生育反応にどのように現われるかを調べた。その結果でてん菜頸葉施用当初を除き、既に述べた点がかなり良く反映されていた(図6, 7)。また表示は省略したが、同時に行った他の試験も合せ

図3 脱水素酵素活性の推移—乾性型火山性土

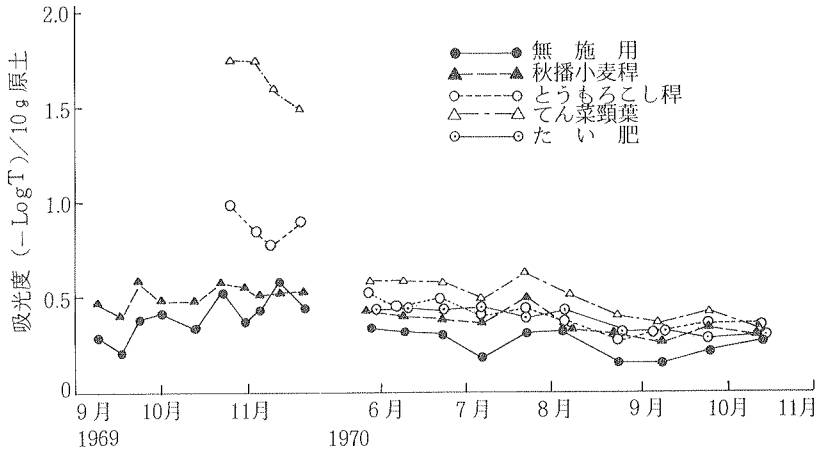


表5 秋播小麦程9月、10月施用の差

項目	処理区分	1969	1970					
		11/20	5/29	6/23	7/23	8/25	9/25	10/13
無機態窒素 mg/100g	無施用	1.21	0.88	0.85	0.54	1.05	0.71	0.79
	小麦程—9月	0.45	0.70	0.76	0.49	0.77	0.46	0.64
	小麦程—10月	0.50	0.67	0.62	0.48	0.76	0.40	0.58
CO <sub>2</sub> 発生量 mg/m <sup>2</sup> /hr	無施用	79*	142	171	331	529	272	253
	小麦程—9月	124*	175	353	287	716	326	281
	小麦程—10月	111*	181	377	319	743	332	269
T.T.C.反応 -log T	無施用	0.461	0.339	0.306	0.320	0.165	0.217	0.270
	小麦程—9月	0.533	0.429	0.382	0.493	0.313	0.340	0.300
	小麦程—10月	0.638	0.466	0.494	0.512	0.357	0.368	0.349

\* 10月30日の値

て各土壌採取時期ごとに、えん麦の乾物重と土壌の無機態窒素量との相関を検討した結果（初年日はてん菜頸葉区を除いた）、有意な関係が得られる場合が多かった。まず乾性型火山性土の秋播小麦稈区は、施用年に土壌の無機態窒素の有機化によると思われるえん麦の著しい生育不良を示した。この状態は翌年により軽減されたが、無施用区には10%ほど劣った。なおこの図では収穫残さ施用翌々年の状況も示したが、3年目に初めてその生育不良が回復した。次にとうもろこし稈区は、施用当年は前者に次ぐえん麦の生育不良を示したが、翌春には回復して無施用区を上回り、窒素の無機化が始まっていると判断された。施用翌々年は若干の乱れを示したが、無施用区よりやや勝ると思われた。しかしてん菜頸葉区のえん麦の生育は、施用年から格段に良く、窒素の無機化が始まっていると思われ、土壌分析の結果と異なった。これは分析用土壌が戸外

(10℃以下)に置かれていたのに対し、えん麦はある程度の生育量を得るため、20~25℃の温室で栽培されたためであろう。施用翌年はたい肥区と同等に近い良好な生育で推移し、翌々年も程度は劣るが同じ傾向であった。なお秋播小麦稈区のえん麦の生育不良状態は、秋の施用期日を変えた区間差は小さく、越年前後における差の方が大きくて、翌春にはいずれもかなり回復し、低温下でも相当分解が進むと思われた<sup>6)</sup>。

一方湿性型火山性土の収穫残さ施用年は、各区とも乾性型火山性土と全く同じ傾向を示したが、秋播小麦稈区のえん麦は、翌秋に無施用区にはほぼ近い生育に回復した。さらに翌々年は無施用区を上回り、窒素の無機化段階にあると思われた。一方とうもろこし稈区のえん麦の生育は、施用翌年から翌々年にはかなり無施用区を上回り、またてん菜頸葉区もたい肥区と同等の一層良好な生育であった。したがって湿性型火山性土

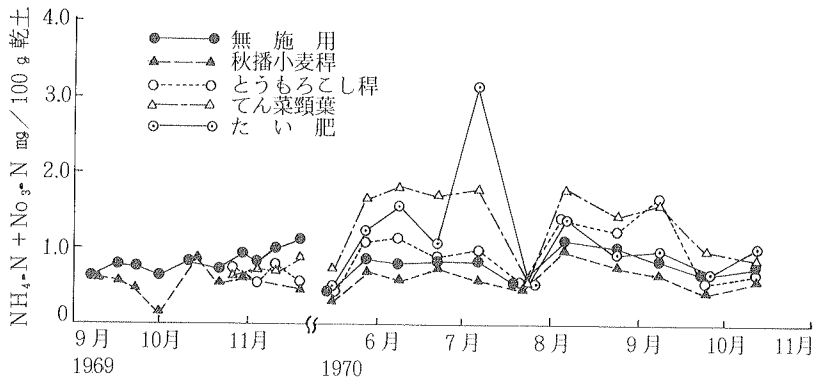


図 4 土壌の無機態窒素の推移—その1—乾性型火山性土

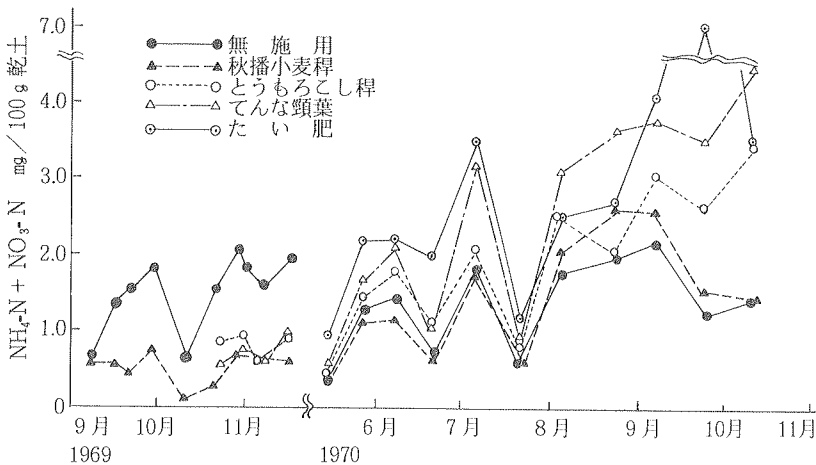


図 5 土壌の無機態窒素の推移—その2—湿性型火山性土

の方が乾性型火山性土より無機化窒素量が多いと思われた。

考 察

有機物を土壤に施用すると、C/N比の低い材料はその窒素がすぐに無機化されるが、高いものはその分解に働く微生物の菌体合成に必要な窒素が炭素に比べて少ないために、土壤の無機態窒素が利用、有機化されるので、作物はいわゆる窒素飢餓を起こすことが知られている。しかも最近の研究はその様相をさらに詳細に解明している。すなわち広瀬<sup>5)</sup>によると、C/N比10以下の材料ではその窒素の無機化が土壤に施用後直ちに始まるが(第1グループ)、10~20では土壤の無機態窒素の有機化が先行し、約7日後に無機化が起こる(第2グループ)。さらにC/N比30以上では有機化が約30日続き、その後無機化が始まるがその速度はきわめて遅い(第3グループ)。またC/N比の低い材料ほどペクチン、ヘミセルロース含量が低く、易分解性の糖、でん粉が多いことも認めている。一方前田・志賀<sup>8)</sup>は水田土壤の同様の研究で、C/N比が10以下の材料では窒素の分解率が炭素の分解率を上回るが、10以上では炭素の方が窒素を上回ることを認めている。しかしC/N比30以下の材料は窒素の分解率がプラスに保たれてお

り、それが正から負に転換する点はC/N比が30~60であるとしている。いずれにしても両者とも、有機物をその窒素の無機化の進行のタイプとC/N比との関連で、三つのグループに分けられることを一致して認めている。

そこで著者らの用いた作物の収穫残さについて考察をすると、てん菜頸葉は第2グループに属し、とうもろこし程、秋播小麦程は第3グループに属すると思われる。しかしてん菜頸葉は土壤分析では、施用後一時窒素の無機化が負になることが前田・志賀の知見と異なり、またその負になる期間が広瀬の場合よりかなり長い。これはてん菜頸葉が施用された時期が10月下旬に近く、地温が10℃以下に低下してゆく時期であったのに対し、広瀬の実験は室内の30℃で行われ、前田・志賀のそれもは場条件ではあるが、関東で5月に行われていることによる差であろう。それでも本試験では、温室でその施用土壤に栽培したえん麦の生育がきわめて良かったことから、前述の現象はあくまで低温下のものと理解される。いずれにしても従来土壤へ施用後直ちに窒素が無機化、放出されると考えられていた低C/N比の緑肥的材料でも、一時無機態窒素の有機化が起こった後に、無機化が進むと判断される。ただその有機化の起きる期間が温度条件で異なり、高温になる

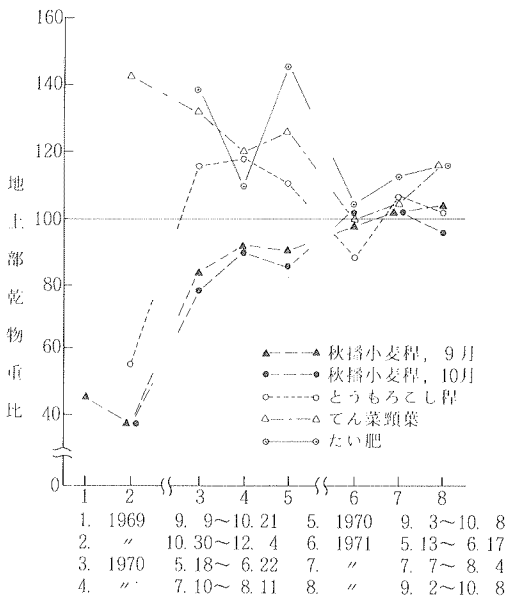


図6 ポット栽培におけるえん麦の生育  
—その1—乾性型火山性土  
(有機物無施用を100とした値)

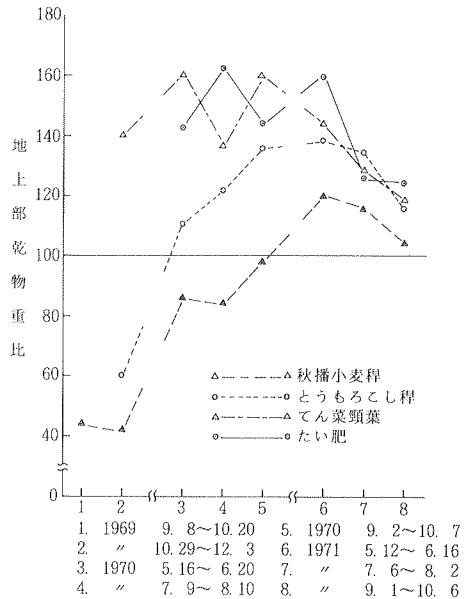


図7 ポット栽培におけるえん麦の生育  
—その2—湿性型火山性土  
(有機物無施用を100とした値)

ほど短期間で終るのであろう。実際北海道でも沢田らが、6月の温暖時に赤クローバを施用すると、ごく短期間窒素固定 Index が負になることを認めている<sup>12)</sup>。ただ実際場面では多くの試験結果から、あと作物が窒素飢餓を起こす懸念はないと思われる。むしろ施用後直ちにあと作物が作付される材料の場合、沢田の指摘する Pythium などの腐生的病原菌による幼植物の発芽、初期生育の障害<sup>11)</sup>の方が問題であろう。

第3グループのとうもろこし稈、秋播小麦稈が無機態窒素有機化する程度は、C/N比のより高い後者の方が激しいのは当然である。また秋播小麦稈では実際の作業面を考慮して、乾性型火山性土で9月施用と10月施用の2処理を設けた。その結果両時期の地温に約10℃の差があったにもかかわらず、処理時間差はきわめて小さく、むしろ越年前後における差の方が大きかった。この越年中の期間の過半は、土壌が凍結していることを考慮すると、その前後の低温期間でもかなり分解が進むと考えられ、興味ある点であるが、その機作については今後の課題である。またこのことからその施用時期は、秋であれば作業の都合のつく時でよいと言える。

一方とうもろこし稈がてん菜頸葉と異なるグループに属すると思われるのに、土壌分析結果では無機態窒素の推移が同様に経過したのは、実際は異なるものが低温と越年という時間の中で消去されたのであろう。この点は施用土壌で栽培したえん麦の生育反応が、越年前に既に異なっていたということであろう。

次に以上の作物収穫残さの分解過程とたい肥の過程を比較考察しよう。たい肥はC/N比が12で一応第2グループに属すると考えられるが、施用後に無機態窒素有機化が起こらず、直ちに窒素の放出が始まった。しかも施用後の炭酸ガスの発生量、脱水素酵素活性の高まりが、収穫残さ施用当初よりかなり小さかった。これは当然未分解の新鮮有機物と、一度たい積、腐熟させた有機物との違いとして理解される。したがって有機物の土壌への施用効果の一つとして、従来から言われている微生物活性増大の内容が、特に施用直後に収穫残さとたい肥では大きく異なる。さらにたい肥は腐生型の病原菌の増大を来さない<sup>11)</sup>ので、窒素有機化を起こさない点とあいまって、最も安全な有機物と言える。

最後に注目したい点は、有機物の土壌へ施用後、窒

素の無機化過程が始まった時に放出されるその量も、有機物のC/N比の低い順に多いことである。これは次のように考えられる。すなわち広瀬<sup>5)</sup>、Alexander<sup>2)</sup>によれば、植物体の炭素含量はC/N比が異なっても約50%で一定である。著者らの結果でもそれより若干低い45%前後であった。したがって施用量を乾物ではほぼ同一にすれば、同時に持込まれる窒素の量はC/N比の低い材料の方が多いことになる。今回の試験ではてん菜頸葉のみ乾物の施用量が多いが、各材料より持込まれた窒素の量は10a当りてん菜頸葉：13.0kg、とうもろこし稈：5.4kg、秋播小麦稈：1.5kgであった。一方土壌のC/N比がほぼ10で安定することを考えると、ここで有機化され得る土壌の窒素がよほど多くない限り、その後の無機化量もこの順に多いのは当然であろう。したがってC/N比の高い材料で、あと作物への窒素の供給を期待して無機化量を多くするには、系外から窒素を補給する必要がある、そこにC/N比調節の意義がある。従来その意義はあと作物の窒素飢餓防止に重点が置かれ過ぎたように思う。しかしここではそこに関係する諸問題は次報に譲りたい。なおたい肥の施用量は10a当り乾物では約500kgで、炭素含量は約28%と低いがC/N比も低いので、窒素の持込み量は11.6kgとてん菜頸葉に近く、その無機化量も同程度であった。

一方各有機物により持込まれた炭素の量をみると、10a当りてん菜頸葉：330kg、とうもろこし稈：226kg、秋播小麦稈：225kg、たい肥：141kgで大幅に異なった。今その炭素量を秋播小麦稈に合せると、持込まれる窒素の量はとうもろこし稈は変わらず、てん菜頸葉が8.7kgに減少し、たい肥は18.5kgに増加する。しかし同一炭素量で行われた広瀬<sup>5)</sup>、前田<sup>8)</sup>らの実験結果から考えると、この場合でも窒素の無機化のパターンはC/N比に支配されて変わらず、無機化量でてん菜頸葉が減少し、たい肥が増加するであろう。しかし収穫残さ間の順位は変わらないと思われる。

以上を総括すると次のようになる。すなわち供試した3種類の作物収穫残さは、土壌へ施用後いずれもその分解により、土壌の無機態窒素有機化を一度起こした後に窒素の無機化過程に移行し、その過程の進行はC/N比の低い材料ほど早かった。これをあと作物への影響に焦点を合せると、C/N比25のてん菜頸葉は窒素の無機化過程への移行が早いので飢餓の心配は



なく、その無機化量も最も多くてたい肥に近かった。これに反しC/N比の最も高い(145)秋播小麦稈は施用翌年も窒素の有機化が続き、その終息した翌々年の無機化量もきわめて少なく、施用にあたりC/N比の調節が必要と考えられた。またC/N比42のとうもろこし稈はその中間的性格で、施用翌春には窒素の無機化が始まるが、その量はてん菜類葉、たい肥より少なく、あと作物の施肥にその点の考慮が必要と思われた。

### 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わった。また前十勝農業試験場土壌肥料科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, “畑における土壌呼吸について”. 土と微生物, 7, 12-15 (1965).
- 2) Alexander, M. “Introduction to soil microbiology”. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1961. p. 125.
- 3) Buckman, H. O.; Brady, N. C. “The nature and properties of soils”. 7th ed., The Macmillan Comp. London. 1969. p. 153-155.
- 4) 市川信雄, 平井義孝, 長谷部俊雄. “畑地の有機物管理による生産力の向上に関する研究, III, てん菜, とうもろこし茎葉すき込みによる土壌の有効態窒素の推移と後作物への影響”. 日本土壌肥料学会講演要旨集, 19, II, 8-9 (1973).
- 5) 広瀬春郎. “各種植物遺体の有機態窒素の畑状態土壌における無機化について”. 土肥誌, 44, 157-163 (1973).
- 6) 北海道立中央農業試験場, 十勝農業試験場, 北見農業試験場編. “地力増進を基盤とする畑作物の高産多収技術の確立に関する試験成績書”. 1973. 216 p.
- 7) 串崎光男, 安田 環. “てん菜の生育過程における物質の消長, I, 特にナトリウム栄養を中心にして”. 北海道農試彙報, 83, 71-77 (1964).
- 8) 前田乾一, 志賀一一. “水田条件下における各種有機物資材の分解経過”. 土肥誌, 49, 455-460 (1978).
- 9) 農林水産技術会議事務局編. “コンバイン収穫に伴う藁稈類処理方法とその後作および地力におよぼす影響に関する研究”. 1972. 265 p. (研究成果60).
- 10) 岡 啓, 沢田泰男, 広川文彦. “新鮮有機物すき込みと作物の生産性に関する試験”. 北農, 35 (11), 17-33 (1968).
- 11) 沢田泰男. “緑肥の分解に伴う畑作物の生育障害に関する研究”. 北海道農試報告, 76. 1968. 62 p.
- 12) 沢田泰男, 新田一彦, 吉岡真一. “麦稈の分解と窒素の再放出に対する緑肥の影響”. 北海道農試彙報, 92, 38-44 (1968).
- 13) 赤城仰哉, 但野利佐, 佐藤秀夫. “てん菜類葉の鋤込みに関する試験 (跡作馬鈴薯に対する養分供給と施与窒素について)”. 北農, 36 (9), 41-48 (1969).
- 14) 瀬尾春雄, 佐々木龍男, 後藤計二, 高島昭夫. “十勝国土性調査報告, I, 十勝国西部”. 1954, p. 47-58. (北海道農業試験場土性調査報告 第三編).
- 15) Stevenson, I. L. “Dehydrogenase activity in soils”. Can. J. Microbiol. 5, 229-235 (1959).
- 16) 田村昇一, 山田 忍. “火山灰土の基本断面形態について, I, 土壌凍結地帯における火山性土の特性に関する研究”. 土肥誌, 29, 375-379 (1958).
- 17) 八木沼純義, 平井義孝, 小林荘司, 後藤計二, 高尾欽弥. “畑地に対する麦稈施用の影響”. 北海道立農試集報, 24, 69-81 (1971).

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

### 1. Changes in inorganic nitrogen content of soils during the decomposition of plant residues

Heiji MATSUSHIRO\* and Tatsushiro SATOH\*\*

#### Summary

Changes in inorganic nitrogen content of soil during the decomposition of plant residues applied thereto were examined concerning the amount of CO<sub>2</sub> evolved and the rate of microbial activity, using beet top, corn stalk and winter wheat straw, which are narrow, medium and wide in C/N ratio respectively, as well as farmyard manure for comparison with them, the soil being volcanic ash soils distributed widely in the Tokachi District.

The results obtained are summarized as follows:

1. It was commonly observed among all plant residues that, when they were applied to the soils, most of inorganic nitrogen in the soils was immobilized once, and released subsequently. The narrower the C/N ratio of these residues, the more rapidly the process accelerated and the more nitrogen was released.

2. When the beet top and the corn stalk, 25 and 42 in C/N ratio respectively, were applied to the soils in autumn, the immobilization of soil inorganic nitrogen started before winter, the release thereof starting in the following spring. Meanwhile, in case of the winter wheat straw, 145 in C/N ratio, the immobilization of nitrogen continued throughout the following year, but the degree of immobilization was smaller in the following spring than before winter.

3. As for farmyard manure, 12 in C/N ratio, nitrogen was released immediately after its application to the soils, and the amount released was great. But the amount of CO<sub>2</sub> evolved and the rate of microbial activity were not so enhanced as those of the plant residues.

4. Pot trials with oats showed a close relation between the amount of inorganic nitrogen in soils and the plant growth.

5. The foregoing observation differed somewhat between the dry-type and wet-type volcanic ash soils.

\* Hokkaido Prefectural Kosen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu, Hokkaido, 086-11 Japan.

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