

# 稲わら堆肥の腐熟過程における各画分の 元素組成と分布率の変化\*

進藤晴夫\*\*・丸本卓哉\*\*・東 俊雄\*\*

## 1. 緒 言

古来、種々の有機質資材が慣行的に農耕地に施用されてきた。なかでも稲わらは代表的なもので、堆肥あるいは生わらの形で水田はじめ各種の農耕地に多量に施用されてきている。稲わらの施用効果に関しては、これまで数多くの試験研究が行なわれ、一応の成果が得られている。しかし、堆肥製造過程、あるいは土壌に加わったのちの稲わらの腐朽・分解の様相を調べた基礎的研究は少なく、いまだに解明すべき点が多く残されている。稲わらは腐朽し分解して無機化することにより植物に養分を与える。一方その過程で生成する腐植物質は、土壌の理化学的性質に影響を及ぼすほかに、潜在地力となるなどの結果をもたらす。したがって、稲わら腐朽過程の解析は、生わら施用、堆肥施用が土壌の理化学性および肥沃性に及ぼす影響と役割を的確に把握するうえで重要な手がかりを与えるものと思われる。

稲わらの腐朽過程は、各種の有機物質の分解、腐植物質の生成、微生物菌体の生成とその代謝などを伴ったきわめて複雑な過程であるが、近年、和田<sup>1,2)</sup>によって土壌中の有機物の集積、分布および機能を研究した際に用いられ、その後、広瀬・熊田<sup>3)</sup>による堆肥の性状、ついで SUZUKI ら<sup>4)</sup>による稲わら堆肥の腐熟過程の研究において適用された物理的分画法は、腐朽植物遺体の性状などについて有用な知見を与えているので、稲わら腐朽過程を解析するについて、ひとつの有効な手段となるように思われる。

以上の見地から、物理的分画法を用いることにより、稲わらの腐朽過程に関してさらに深い知見を得ることを試みた。本報では、まずその第1段階として、稲わら・石灰窒素堆肥の腐熟過程における各画分の分布率とそれらの元素組成の変化を調べた。

## 2. 試料および実験方法

### 1) 稲わら・石灰窒素混合物の調製

約 8 l 容のポリエチレン製バットを 8 個用意し、それぞれに 3~5 cm の長さに切断した稲わら 300 g と石灰窒素 6 g を入れ、約 500 ml の水を加えつつ内容物を手で十分混合した。各バットは上部をアルミホイルで覆い、50°C の酸化的湿潤条件下で適宜水を補給しながらインキュベーションを行ない、4 週目に試料を併合して 3 個のバットに減らし、さらに 8 週目にも試料を併合して 1 個に減らした。分析試料の採取は、0, 3, 5, 10, 15, 20 週目に行なった。以後、稲わら・石灰窒素混合物をたんに稲わら堆肥と呼ぶことにする。

### 2) 稲わら堆肥の分画

経時的に得られた堆肥の分画は、広瀬・熊田<sup>3)</sup>が用いた分画法を簡略化した SUZUKI ら<sup>4)</sup>の方法をさらに一部変更して行なった(第1図)。その概略は以下のとおりである。

200 ないし 400 g の湿潤な稲わら堆肥をビーカーにとって 10 倍量の水を加え、ガラス棒で攪拌して分散させたのち、44 $\mu$  の篩を通過させて残渣と通過液とに分けた。篩上の残渣は通過液がほぼ濁らなくなるまで水で洗浄した(残渣を F1 と呼ぶ、以下同様)。通過液と洗液は合せ、1500 $\times$ g で 10 分間遠心分離して沈殿物と上層液とに分け、沈殿物は少量の水を用いて 2 回洗浄した(沈殿物を F2 と呼ぶ)。このようにして得られた上層液は、さらに 10,000 $\times$ g、10 分間の遠心分離により沈殿物と上層液とに分け、沈殿物は少量の水を用いて 2 回洗浄した(沈殿物を F3 と呼ぶ)。しかるのち、上層液を合した(F4 と呼ぶ)。

以上の操作により得られた F1 ないし F3 の画分と未分画試料(F0)は、蒸発皿に入れ、50°C で乾燥後、ウィレー型粉砕機で粉砕し、さらにメノウ乳鉢で磨砕したのち、60 メッシュの篩を通過させた。F4 画分は、50°C で減圧濃縮したのち蒸発皿に移し、50°C で乾燥後磨砕した。60 メッシュの篩を通した試料の一部は、さらに減圧下で 80°C で乾燥させ、元素分析に供した。

### 3) 元素分析

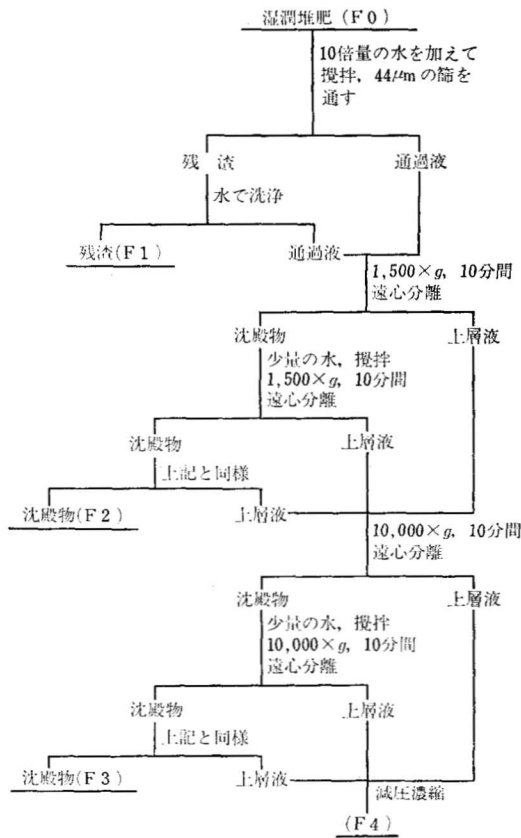
有機マイクロ分析の常法で炭素、水素および窒素を定量

\* 物理的分画法を用いた稲わら腐朽過程の解析(第1報)

\*\* 山口大学農学部(山口市大字吉田 1677-1)

昭和 55 年 2 月 8 日受理

日本土壌肥科学雑誌 第 51 巻 第 6 号 p. 497~502 (1980)



第1図 堆肥の分画法

した。灰分は電気炉中で約 500°C で試料を灰化して求めた。乾物重より灰分重を差し引いて有機物重とし、さらに有機物より炭素、水素および窒素量を差し引いて酸素量とした。

3. 実験結果および考察

稲わら堆肥の腐熟過程における炭素、水素、窒素、酸

素および灰分含量の変化を第1表に示した。各元素の含量は、乾物当りと有機物当りとして表示した。

稲わら堆肥の腐熟過程における炭素含量の変化は、乾物当りで見ると、最初の3週間の変化が著しく、39.6%より33.9%に減少するが、以後は緩慢に減少し、20週目で27.2%となった。一方、有機物当りの炭素含量の変化には一定の傾向はみられず、44.9~47.7%の範囲内にあった。

水素含量は、乾物当りでは最初の5.4%から20週後には3.1%に減少し、その変化のパターンは炭素含量の場合と類似していた。しかし、有機物当りでは時間の経過とともに徐々に減少する傾向を示した。

窒素含量は、乾物当りで見ると最初の3週間に1.4%から2.7%に顕著に増加したが、以後それほど変化しなかった。有機物当りでは1.7~4.7%の範囲にあり、この場合でも初めの3週間の増加が著しかった。

酸素含量は、乾物当りでは10週間で38.7%より27.3%に減少したが、それ以後大きい変化はみられなかった。有機物当りでは42.0~45.6%の範囲内にあり、一定の増減の傾向は示さなかった。

C/N比は、最初の28から3週間で13に、10週間で10に低下したが、以後ほとんど変化しなかった。

灰分含量は、稲わらの腐朽とともに15%から41%に増加した。

SUZUKI ら<sup>4)</sup>は、ポット中での稲わら堆肥の腐熟過程を研究し、灰分含有率の変化から算出した稲わらの分解率は、乾物重の変化より求めた分解率にはほぼ一致することを認めた。本実験ではバットを使用しているため、ポットの場合と同様に灰分の損失は起こらないものと考えられる。これらのことに基づき、本研究でも灰分含有率の変化から稲わらの分解率を算出し、第1表に併記した。分解率は5, 10, 20週目でそれぞれ50, 60, 62%となり、本実験では稲わらの急速な分解が10週目までに終了し、以後分解はきわめて緩慢になることが示された。

第1表 稲わら堆肥の腐熟過程における元素組成および分解率の経時変化

| インキュベーション期間 (週) | 炭素 (%) |      | 水素 (%) |      | 窒素 (%) |      | 酸素 (%) |      | C/N  | 灰分*(%) | 分解率*** (%) |
|-----------------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|------|--------|------------|
|                 | O*     | A**  | O      | A    | O      | A    | O      | A    |      |        |            |
| 0               | 39.6   | 46.5 | 5.35   | 6.29 | 1.43   | 1.68 | 38.7   | 45.5 | 27.7 | 14.9   | 0          |
| 3               | 33.9   | 46.2 | 4.28   | 5.84 | 2.66   | 3.63 | 32.5   | 44.3 | 12.7 | 26.7   | 44.2       |
| 5               | 32.1   | 45.5 | 3.93   | 5.57 | 2.98   | 4.23 | 31.5   | 44.7 | 10.8 | 29.5   | 49.5       |
| 10              | 29.3   | 46.4 | 3.51   | 5.56 | 2.95   | 4.68 | 27.3   | 43.4 | 9.9  | 36.9   | 59.6       |
| 15              | 28.0   | 47.7 | 3.36   | 5.72 | 2.68   | 4.57 | 24.7   | 42.0 | 10.4 | 41.3   | 63.9       |
| 20              | 27.2   | 44.9 | 3.09   | 5.10 | 2.67   | 4.41 | 27.6   | 45.6 | 10.2 | 39.4   | 62.2       |

\* 乾物当り. \*\* 有機物当り.

\*\*\*  $\frac{a-b}{a} \times 100$ . a, インキュベーション後の灰分含量; b, インキュベーション前の灰分含量.

第2表 稲わら堆肥の腐熟過程における分画試料の未分画試料に対する分布率の経時変化

| 画分        | インキュベーション期間(週) |             |            |            |            |            |            |
|-----------|----------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|           | 0              | 3           | 5          | 10         | 15         | 20         |            |
| 乾物<br>(%) | F 1            | 95.3(95.6)  | 71.2(74.2) | 66.1(63.0) | 45.6(48.8) | 29.7(28.7) | 14.7(14.7) |
|           | F 2            | 1.1( 1.1)   | 10.7(11.6) | 19.5(18.6) | 28.4(30.4) | 48.9(47.3) | 58.7(58.8) |
|           | F 3            | 0.1( 0.1)   | 1.2( 1.3)  | 1.0( 1.0)  | 2.8( 3.0)  | 4.0( 3.9)  | 4.7( 4.7)  |
|           | F 4            | 3.2( 3.2)   | 12.8(13.3) | 18.3(17.4) | 16.7(17.9) | 20.8(20.1) | 21.7(21.7) |
|           | 回収率            | 99.7        | 95.9       | 104.9      | 93.5       | 103.4      | 99.8       |
| 炭素<br>(%) | F 1            | 89.5(96.9)  | 72.7(76.6) | 68.4(64.9) | 45.9(49.9) | 29.9(29.8) | 15.7(16.2) |
|           | F 2            | 0.7( 0.8)   | 8.2( 8.6)  | 17.2(16.3) | 24.5(26.7) | 41.2(41.0) | 49.6(51.1) |
|           | F 3            | <0.1(<0.1)  | 1.3( 1.4)  | 1.1( 1.0)  | 3.4( 3.7)  | 5.0( 5.0)  | 6.0( 6.2)  |
|           | F 4            | 2.2( 2.4)   | 12.7(13.4) | 18.7(17.7) | 18.1(19.7) | 24.3(24.2) | 25.8(26.6) |
|           | 回収率            | 92.4        | 94.9       | 105.4      | 91.9       | 100.4      | 97.1       |
| 水素<br>(%) | F 1            | 90.1(97.0)  | 73.5(78.5) | 71.0(66.8) | 48.2(52.6) | 29.9(31.4) | 16.3(16.3) |
|           | F 2            | 0.3( 0.3)   | 7.6( 8.1)  | 17.6(16.6) | 24.9(27.2) | 39.9(41.9) | 53.0(53.1) |
|           | F 3            | <0.1(<0.1)  | 1.4( 1.5)  | 1.2( 1.1)  | 3.8( 4.1)  | 5.6( 5.9)  | 8.4( 8.4)  |
|           | F 4            | 2.5( 2.7)   | 11.1(11.9) | 16.5(15.5) | 14.8(16.1) | 19.9(20.9) | 22.1(22.1) |
|           | 回収率            | 92.9        | 93.6       | 106.3      | 91.7       | 95.3       | 99.8       |
| 窒素<br>(%) | F 1            | 53.3(69.3)  | 46.0(54.0) | 39.5(46.9) | 36.6(40.8) | 24.2(24.0) | 11.3(11.8) |
|           | F 2            | 0.9( 1.2)   | 13.7(16.1) | 22.8(27.1) | 30.2(33.7) | 44.9(44.5) | 51.7(54.0) |
|           | F 3            | 0.1( 0.1)   | 2.6( 3.1)  | 1.6( 1.9)  | 5.8( 6.5)  | 8.1( 8.0)  | 9.0( 9.4)  |
|           | F 4            | 22.6(29.4)  | 22.9(26.9) | 20.3(24.1) | 17.0(19.0) | 23.7(23.5) | 23.8(24.8) |
|           | 回収率            | 76.9        | 85.2       | 84.2       | 89.6       | 100.9      | 95.8       |
| 酸素<br>(%) | F 1            | 103.2(97.8) | 76.9(82.5) | 71.8(68.0) | 46.8(53.9) | 33.7(33.8) | 16.5(17.1) |
|           | F 2            | 0.2( 0.2)   | 6.7( 7.2)  | 16.3(15.4) | 23.0(26.5) | 41.8(42.0) | 53.6(55.5) |
|           | F 3            | <0.1(<0.1)  | 1.0( 1.1)  | 0.9( 0.9)  | 2.8( 3.2)  | 4.6( 4.6)  | 4.9( 5.1)  |
|           | F 4            | 2.1( 2.0)   | 8.6( 9.2)  | 16.6(15.7) | 14.3(16.5) | 19.5(19.6) | 21.6(22.4) |
|           | 回収率            | 105.5       | 93.2       | 105.6      | 86.9       | 99.6       | 96.6       |
| 灰分<br>(%) | F 1            | 95.9(88.4)  | 64.5(63.2) | 59.6(56.5) | 45.0(44.9) | 27.5(25.3) | 12.9(12.4) |
|           | F 2            | 4.8( 4.4)   | 19.0(18.6) | 25.3(24.0) | 35.7(35.6) | 59.3(54.7) | 69.6(66.8) |
|           | F 3            | 0.5( 0.5)   | 1.2( 1.2)  | 0.9( 0.9)  | 2.0( 2.0)  | 2.6( 2.4)  | 3.0( 2.9)  |
|           | F 4            | 7.3( 6.7)   | 17.3(17.0) | 19.7(18.7) | 17.6(17.5) | 19.1(17.6) | 18.7(17.9) |
|           | 回収率            | 108.5       | 102.0      | 105.5      | 100.3      | 108.5      | 104.2      |

( ) 内の値は、回収率を100%としたときの各画分の分布率を示す。

物理的分画を行なうことによって得られた各画分の乾物重と炭素、水素、窒素、酸素および灰分量の未分画試料に対する分布率を第2表に示した。乾物、各元素および灰分の回収率はほとんどの場合100%に近い値を示し、ほぼ満足のいく結果が得られた。

まず乾物重の分布をみると、インキュベーション開始時にはその96%がF1画分に分布するが、稲わらの分解率が50%の5週目では63%と減少し、それ以降も減少を続けて、分解率が62%の20週目では15%にすぎなかった。一方、F2、F3、F4画分の乾物重は、逆に時間の経過とともに増加し、20週目でそれぞれ、59、5、22%となり、本実験ではF1画分が、F2~F4画分へ変化し、とくにF2画分への変化が著しいことが示された。

炭素および水素の分布パターンの変化は、乾物重の変化と類似していた。20週目では炭素、水素ともに約50%がF2画分に分布していた。

窒素は、インキュベーション開始時に石灰窒素が添加されたために主としてF1とF4画分に分布していたが、F1画分では最初の70%から20週後に12%に減少した。F4画分では10週目まで減少したが、それ以降は増加した。このことは、10~15週目頃にこの画分の窒素成分に質的な変化が起きたことを示唆している。F2、F3画分の窒素の分布率は、最初1%内外にすぎないが、稲わらの腐朽とともに増加し、20週目でそれぞれ54、9%に達した。

酸素および灰分の分布パターンの変化は、以上に述べてきた乾物および各元素の変化と類似していた。20週

目では酸素、灰分はそれぞれ 56, 67% が F2 画分に分布していた。

SUZUKI ら<sup>4)</sup>は、稲わら堆肥の腐熟過程中、時期別に得られた堆肥を物理的に 6 つの画分に分け、各画分の乾物重と炭素、窒素および灰分含量の変化を調べるとともに、それらの未分画試料に対する分布率の変化を求め、さらに、20 週目に得られた試料について顕微鏡観察を行なった。SUZUKI らの F1~F3, F4, F5, F6 画分は、それぞれ本研究の F1, F2, F3, F4 画分にほぼ相当する。かれらの顕微鏡観察の結果によれば、F1 と F2 はおもに粗大なわら組織の破片、F3 はより小さな組織の破片にケイ酸塩と考えられる結晶、F4 はその鉱物結晶を主体として、これに少量の微生物菌体とわら組織が混ったもので、それぞれ構成されていた。F5 は主として微生物体、とりわけ細菌が主体であり、F6 はわら組織、鉱物結晶および微生物菌体を含まず、無定形の腐植様物質であった。

本研究で得られた各画分の分布率および元素組成の結果と SUZUKI らの結果とを比較すると、大部分は類似していたが、一部分著しく相違した所も見出された。かれらの得た結果によれば、20 週目における F4 画分の炭素および窒素の未分画試料に対する分布率は、F5 画分よりもはるかに低いが、本研究では逆の結果が得られた。この相違を明確に解釈することは困難であるが、供試稲わらの大きさ、分画法、腐朽条件などが相違していることに起因するものかもしれない。

本実験の結果に SUZUKI らの顕微鏡観察の結果を併せて考えると、本実験条件下での稲わら腐朽過程は次のように要約される。稲わらの急速な分解は 10 週目までに終了し、以後分解はきわめて緩慢になる。この間にわらは細分化されて、インキュベーション開始時には未分画試料の乾物、炭素、水素、酸素および灰分はそれらの 90% 内外、窒素は約 70% が、粗大なわら組織に分布しているが、20 週後にはいずれも 60% 内外が微細な腐朽わら組織と微生物菌体に、また 20% 内外が水溶性の腐植様物質に含まれるように変化する。

時期別に得られた分画試料の元素組成を第 3 表に示した。インキュベーション開始時における有機物当りの F2, F3 画分の炭素含量と F4 画分の窒素含量は、他の画分に比べて顕著に高いが、それらは添加した石灰窒素の影響によるものと思われる。

各画分における各元素含量の経時変化についてみると、有機物当りの F3 画分の炭素含量、F1, F4 画分の水素含量、F4 画分の窒素含量が時間の経過とともに減少したこと、および F3 画分の酸素含量が増加したこと

を除いては、それらの経時変化に一定の増減の傾向はみられなかった。炭素含量については、3 週目以降一般に F4 画分が他の画分よりも高い値（有機物当り 50% 内外）を示し、他の画分の間では  $F3 > F2 > F1$  の傾向がみられた。水素含量については、3 週目以降 F3 画分が高く（有機物当り約 7%）、F4 画分が低く、F1 と F2 画分はそれらのほぼ中間値を示した。窒素含量については、3 週目以降 F3 画分が高く（有機物当り 7% 内外）、他の画分の間では  $F2 \approx F4 > F1$  の関係がみられた。酸素含量については、いずれの時期でも F1 画分が高く（有機物当り 45% 内外）、F3 画分が低かった。C/N 比については、3 週目以降  $F1 > F4 > F2 > F3$  の順であった。ここに得られた粒径と C/N 比との関係は、広瀬・熊田<sup>3)</sup>および SUZUKI ら<sup>4)</sup>の結果とほぼ一致した。F1 画分の C/N 比は、最初の 47 から 20 週後に 14 まで低下し、比較的粗大な画分でも腐朽によって C/N 比が著しく低下することを示した。3 週目以降における F3 画分の C/N 比は 6 ないし 7 であった。このことは、この画分が比較的短い腐朽期間のうちに主として微生物菌体から構成されるようになることを示すものであろう。3 週目以降の F4 画分の C/N 比は 7~11 であった。灰分含量については、3 週目以降 F2 画分が他の画分よりも顕著に高い値（38~50%）を示した。上記の結果は、各画分が元素組成の面から区別できることを示している。

第 2 図は、 $[H]/[C] \times 100 - [O]/[C] \times 100$  図上に堆肥およびその各画分の値をプロットしたものである。[C]、[H] および [O] は、いずれも重量比より算出した原子数比（パーセント）を意味する。

未分画堆肥 F0 についてみると、[H]/[C] 比は時間の経過とともに著しく減少するが、[O]/[C] 比はそれほど変化しなかった。 $[H]/[C] \times 100 - [O]/[C] \times 100$  図上における各画分の推移はいずれもかなり複雑であるが、3 週目以降の試料ではいずれの画分もそれぞれある範囲内に分布し、画分の間を区別することができた。すなわち、F3 と F4 画分の間では、[O]/[C] 比についてそれほど差はないが、[H]/[C] 比は F3 画分のほうがはるかに高い値を示した。F1 と F2 画分の [H]/[C] 比は F3 と F4 画分のほぼ中間値を示すが、それらの [O]/[C] 比は F3, F4 画分よりも高く、また一般に F1 のほうが F2 よりも高い値を示した。F0 の分布領域は、大部分が F1, F2 と重なった。データとして図示しなかったが、 $[H]/[C] \times 100 - [N]/[C] \times 100$  図、 $[N]/[C] \times 100 - [O]/[C] \times 100$  図上からも各画分はそれぞれ区別することができた。

以上本研究で得られた知見を総合すると、50°C にお

第3表 稲わら堆肥の腐熟過程における各画分の元素組成の経時変化

| 画分     | インキュベーション期間 (週) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|        | 0               |      | 3    |      | 5    |      | 10   |      | 15   |      | 20   |      |      |
|        | O*              | A**  | O    | A    | O    | A    | O    | A    | O    | A    | O    | A    |      |
| 炭素 (%) | F 1             | 37.2 | 43.8 | 34.6 | 45.6 | 33.2 | 45.2 | 29.5 | 46.4 | 28.2 | 45.6 | 29.1 | 44.4 |
|        | F 2             | 24.6 | 70.9 | 25.9 | 49.1 | 28.3 | 45.9 | 25.3 | 47.2 | 23.6 | 47.3 | 23.0 | 43.2 |
|        | F 3             | 18.6 | 72.9 | 37.0 | 49.9 | 35.9 | 49.5 | 35.9 | 48.3 | 34.9 | 47.6 | 34.9 | 46.8 |
|        | F 4             | 27.1 | 41.0 | 33.7 | 52.7 | 32.8 | 48.1 | 31.8 | 52.0 | 32.7 | 52.7 | 32.4 | 49.1 |
| 水素 (%) | F 1             | 5.06 | 5.95 | 4.42 | 5.83 | 4.22 | 5.75 | 3.71 | 5.83 | 3.38 | 5.47 | 3.42 | 5.22 |
|        | F 2             | 1.49 | 4.29 | 3.05 | 5.79 | 3.55 | 5.75 | 3.08 | 5.75 | 2.74 | 5.49 | 2.79 | 5.23 |
|        | F 3             | 1.33 | 5.22 | 5.02 | 6.77 | 4.87 | 6.72 | 4.77 | 6.42 | 4.67 | 6.37 | 5.54 | 7.44 |
|        | F 4             | 4.11 | 6.22 | 3.70 | 5.78 | 3.54 | 5.19 | 3.11 | 5.08 | 3.21 | 5.17 | 3.15 | 4.77 |
| 窒素 (%) | F 1             | 0.80 | 0.94 | 1.72 | 2.27 | 1.78 | 2.43 | 2.37 | 3.73 | 2.18 | 3.53 | 2.05 | 3.13 |
|        | F 2             | 1.14 | 3.29 | 3.40 | 6.45 | 3.48 | 5.64 | 3.14 | 5.86 | 2.46 | 4.93 | 2.35 | 4.41 |
|        | F 3             | 0.99 | 3.88 | 5.86 | 7.91 | 4.84 | 6.68 | 6.08 | 8.18 | 5.41 | 7.38 | 5.13 | 6.89 |
|        | F 4             | 10.1 | 15.3 | 4.76 | 7.44 | 3.31 | 4.85 | 3.00 | 4.90 | 3.05 | 4.91 | 2.93 | 4.44 |
| 酸素 (%) | F 1             | 41.9 | 49.3 | 35.1 | 46.3 | 34.2 | 46.6 | 28.0 | 44.0 | 28.0 | 45.3 | 30.9 | 47.2 |
|        | F 2             | 7.47 | 21.5 | 20.4 | 38.7 | 26.4 | 42.8 | 22.1 | 41.2 | 21.1 | 42.3 | 25.2 | 47.3 |
|        | F 3             | 4.58 | 18.0 | 26.2 | 35.4 | 26.9 | 37.1 | 27.6 | 37.1 | 28.3 | 38.6 | 28.9 | 38.8 |
|        | F 4             | 24.8 | 37.5 | 21.8 | 34.1 | 28.6 | 41.9 | 23.3 | 38.1 | 23.1 | 37.2 | 27.5 | 41.7 |
| C/N    | F 1             | 46.5 |      | 20.1 |      | 18.7 |      | 12.4 |      | 12.9 |      | 14.2 |      |
|        | F 2             | 21.6 |      | 7.6  |      | 8.1  |      | 8.1  |      | 9.6  |      | 9.8  |      |
|        | F 3             | 18.8 |      | 6.3  |      | 7.4  |      | 5.9  |      | 6.5  |      | 6.8  |      |
|        | F 4             | 2.7  |      | 7.1  |      | 9.9  |      | 10.6 |      | 10.7 |      | 11.1 |      |
| 灰分 (%) | F 1             | 15.0 |      | 24.2 |      | 26.6 |      | 36.4 |      | 38.2 |      | 34.5 |      |
|        | F 2             | 65.3 |      | 47.3 |      | 38.3 |      | 46.4 |      | 50.1 |      | 46.7 |      |
|        | F 3             | 74.5 |      | 25.9 |      | 27.5 |      | 25.7 |      | 26.7 |      | 25.5 |      |
|        | F 4             | 33.9 |      | 36.0 |      | 31.8 |      | 38.8 |      | 37.9 |      | 34.0 |      |

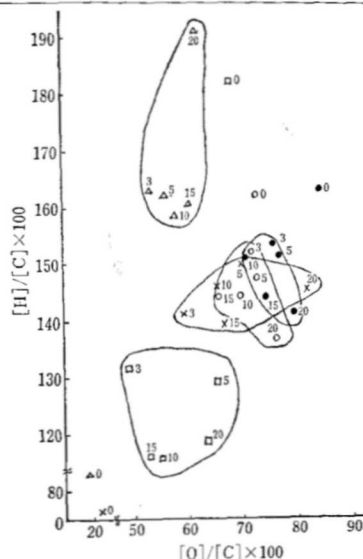
\* 乾物当り. \*\* 有機物当り.

ける稲わら堆肥の腐熟過程は、急速な分解が起る時期とその後の緩慢な分解の時期とに大別される。また、完熟堆肥は形状および元素組成のきわめて異なった有機物から構成されていること、およびそれらの有機物は比較的短い腐朽期間のうちにそれぞれの特徴を発現するようになることがいえよう。

#### 4. 要 約

50°C の稲わら・石灰窒素堆肥の腐熟過程を 20 週間にわたり物理的分画法を用いて研究した。経時的に得た堆肥 (F0) に篩別、遠心分離を順次適用して 4 つの画分、すなわち F1 (>44 $\mu$ ), F2 (通過液を 1500 $\times$ g で 10 分間遠心分離したときの沈殿物), F3 (上層液を 10,000 $\times$ g で 10 分間遠心分離したときの沈殿物) および F4 (上層液) に分け、各画分の分布率と元素組成の変化を調べた。

1) 稲わらの急速な分解は 10 週目までに終了し、以後分解はきわめて緩慢となった。この間にわらは細分化



第2図 堆肥およびその各画分の [H]/[C] 比と [O]/[C] 比  
○, F0; ●, F1; ×, F2; △, F3; □, F4.  
数字はインキュベーション期間 (週) を示す。

され、インキュベーション開始時には乾物、炭素、水素、窒素、酸素および灰分はいずれも F1 画分に最も多く分布しているが、20 週後の分布率はいずれも  $F2 \gg F4 > F1 > F3$  となった。

2) 未分画および分画試料における有機物当りの各元素含量の経時変化には、ほとんどの場合、一定の増減の傾向はみられなかった。しかしながら、3 週目以降の試料について元素組成を比較すると、炭素含量は F4 画分、水素および窒素含量は F3 画分、酸素含量は F1 画分が高く、各画分は元素組成の面から区別することができた。また、 $[H]/[C] - [O]/[C]$  図などからも各画分は区別することができた。

3) 画分の C/N 比は、F4 を除き、粒径の小さい画分ほど低かった。

4) 灰分は F2 画分に濃縮されていた。

5) 上記の結果から、稲わら完熟堆肥は形状および元

素組成のきわめて異なった有機物の集合体であること、およびそれらの有機物は比較的短い腐朽期間のうちにそれぞれの特徴を発現するようになることが推測された。

## 文 献

- 1) 和田秀徳：土壤有機物の物理分画—土壤中の有機物の集積、分布および機能研究のために、日本土壤肥科学会編、近代農業における土壤肥料の研究、第3集、p. 26~35、養賢堂 (1972)
- 2) 和田秀徳：堆肥の施用が土壤腐植の形態に及ぼす影響 (土壤中における堆肥の行動)、土と微生物、2, 47~53 (1961)
- 3) 広瀬春朗・熊田恭一：植物遺体の腐朽過程に関する化学的研究 (第2報)、物理的に分画した稲わら堆肥の性状 (その1)、土肥誌、43, 21~24 (1972)
- 4) SUZUKI, M., HARADA, K. and KUMADA, K.: Analysis of the Rotting Process of Rice Straw-Calcium Cyanamide Mixture by Physical Fractionation. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 21, 173~183 (1975)