

堆肥の炭素率が植物栽培に及ぼす影響

吉 田 清 司¹・森 哲 男²

¹第一工業大学社会環境工学科

²元鵜沼池組技術研究所

オガ粉を添加することによって C/N 比を大きくした堆肥は、その値が 81.8 程度まで増加してもコマツナ、ハツカダイコン、トマト、ナスびおよびシシトウの各作物の生育に悪影響を与えることは無かった。このように炭素分でも分解しにくいセルロースを含んだオガ粉は堆肥作製時の副資材として窒素飢餓を起こさない安定なものであることが分かった。

Key Words : 炭素率(C/N)、堆肥、オガ粉、植物生育、製紙スラッジ

1. はじめに

一般に易分解有機物が多く、未熟な堆肥は炭素率(C/N : C 炭素、N 窒素) が大きいとされ、これを畑に施肥すると、微生物が堆肥の有機物を分解すると同時に窒素分も消費する。この時、植物が必要とする以上の窒素分を微生物が消費すると、植物には窒素分が行き渡らず、いわゆる窒素飢餓状態となり植物の生育に障害を起こす。畜糞堆肥を作る際、水分調整材として、以前は比較的分解しやすい稲わらや籾殻が使用されていたが、近年、これらの入手が困難なこともあり、木質系のオガ粉を使用することが多くなっている。オガ粉は結晶質セルロースによって構成されているため、微生物分解が非常に遅く、堆肥の中での有機炭素分の大部分を占めることになり、結果として堆肥の炭素率も大きくなる。しかしながら、木質系セルロース由来の炭素分によって堆肥の炭素率値が大きくなったとしても、堆肥として施肥した後、微生物がこのオガ粉を分解する能力は非常に遅く、したがって窒素の消費も小さいものとなり、いわゆる窒素飢餓は起こらないと思われる。今回、この点を確認するために、炭素率の異なる堆肥を調製し、この堆肥を用いた栽培試験を行って植物生育への影響を調べた。

2. 実験

2-1. 実験材料および方法

2-1-1. 実験材料

植物の栽培に用いた土壤材料は表 1 に示すとおりである。黒土は市販の畑土堆肥などで構成される混合土であ

表 1 実験材料とその性質

| | pH | EC(mS/cm) | C/N | 含水率(%) |
|--------|-----|-----------|-------|--------|
| 黒土 | 5.3 | 0.37 | 17.7 | 44.3 |
| ヒノキオガ粉 | 8.4 | 0.31 | 224.5 | 69.0 |
| 製紙スラッジ | 6.7 | 0.81 | 65.2 | 12.1 |
| 豚糞堆肥 1 | 9.0 | 4.9 | 6.8 | 50.5 |
| 豚糞堆肥 2 | 8.9 | 7.8 | 7.4 | 30.9 |

り C/N 比が 17.7 であり、つくば市で採取した畑土と表土のそれが 13 程度であるのと比べて高めである。C 源として用いたヒノキオガ粉は山梨県小菅村産を使用した。ヒノキオガ粉には植物の生育を阻害する物質があるので、苛性ソーダにて 1 昼夜 pH 13 以上に保ち、阻害物質を除去後硫酸にて中和し、水道水を用い塩類を洗い流す作業を 2 度繰り返すアルカリ処理を行い(図 1)、処理オガ粉が発芽試験にて影響なく正常に発芽することを確認し実験に用いた。



図 1 アルカリ処理による生育阻害物質の除去

豚糞堆肥1はJ A野田での堆肥実証実験における4ヶ月熟成後堆肥を1年間堆積保存したもの、豚糞堆肥2は同様の堆肥作成実験にて4ヶ月熟成後6ヶ月保存したものをを用いた。また、産業廃棄物の製紙スラッジはオガ粉同様、セルロースを主成分としているのでオガ粉同様C源として試用した。

試験に用いた作物は、種子栽培としてコマツナ、ハツカダイコンの2種、苗栽培としてトマト、ナスビ、シシトウの3種を各々用いた。

2-1-2. 実験方法

2-1-2-1 実験1 (豚糞堆肥1を用いた場合)

C源としてオガ粉を堆肥に添加し、種々のC/N比の堆肥を調製した。これを土壌厚さ30cmあたりに2.5kg/m²混合した。一般の堆肥のC/N比はおおよそ8~50程度であるので、土壌に混合した後のC/N比もこの程度の値になるようにし、6.8(オガ粉無添加), 22.3, 30.2, 44.3, 68.8の土壌を作製し、コマツナ、ハツカダイコンは1/10,000アールのワグネルポットにそれぞれ10粒ずつ播種し、トマトとナスビは1/5,000アールのワグネルポットに1株ずつ、シシトウは縦35cm、横50cm、深さ25cmのプランターに3株ずつ乾燥しないよう適度に水撒きを行い栽培した。植え付けから収穫までの期間は、コマツナ、ハツカダイコンの場合2ヶ月間、トマト、ナスビとシシトウは3ヶ月間とした。

2-1-2-2 実験2 (豚糞堆肥2を用いた場合)

コマツナ、ハツカダイコンの種子10粒ずつを縦33.5cm、横9cm、深さ10cmのプランターに堆肥を土壌厚さ30cmあたりに4.5kg/m²混合した。オガ粉で調整した場合のC/N比を7.4、39.3、63.1、81.8、96.5の5ケース、製紙スラッジの場合のC/N比を7.4、24.5、33.7、39.7、43.7の5ケースとした。

2-2. 評価方法

種子から栽培するコマツナ、ハツカダイコンの場合それぞれの発芽率をまた、コマツナの場合は地上部(茎・葉部)収穫量、ハツカダイコンの場合は地下部(根部)の収穫量を測定した。苗から栽培するトマト、ナスビ、シシトウは苗の高さ、採取時に実った個体のすべてを採取し、その収穫量を測定した。

3. 結果および考察

3-1 実験1の場合

栽培2~3ヶ月後に各種作物を収穫し、その収穫量などを比較した(図2)。

上列ハツカダイコン、下列コマツナ

C/N: ①6.8, ②22.3, ③30.2, ④44.3, ⑤68.8

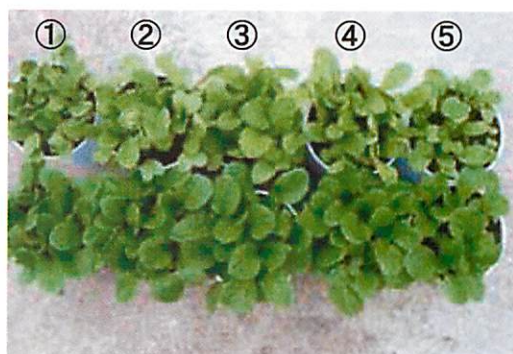


図2 栽培2ヵ月後のコマツナとハツカダイコンの生育状況 上列: ハツカダイコン、下列: コマツナ

3-1-1 コマツナの場合

コマツナの場合の収穫量の結果を表2に示す。植え付けは3月26日、収穫は5月26日である。

表2 C/N比とコマツナの地上部生体総量(収穫質量)

| C/N | 6.8 土壌のみ | 22.3 | 30.2 | 44.3 | 68.8 |
|---------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| 総収穫量(g) | 55.11 | 65.68 | 55.79 | 51.27 | 50.62 |
| 標本数 | 10 | 9 | 9 | 9 | 7 |
| 平均値(g) | 5.51 | 7.30 | 6.20 | 5.7 | 7.23 |

表2. から以下のことがいえる。

- ・ オガ粉の添加量を増やしC/N比が68.8に増加しても総収穫量と一標本当たりの質量の低下はわずかである。
- ・ したがって、コマツナの生育に対してオガ粉によるC/N比の増加の影響は限定的である。
- ・ 発芽率はC/N比が68.8において低下する。
- ・ 発芽率が低下するのと反対に1本当たりの収穫量は増加する。このことは1本当たりの土壌量の大小が関係していると思われる。
- ・ 一般に、発芽率は普通の土壌で80~90%と言われており、C/N比44.3程度までは問題ないといえる。C/N比68.8の場合、標本数7となり発芽率が他のものと劣るが、個体平均では多い結果となっている。実際の栽培現場のことを考えると、商品になりそうな固体を残し、生育の悪い個体は間引くことを考慮すればあまり問題ないと思われる。

3-1-2 ハツカダイコンの場合

ハツカダイコンの収穫量の結果を表3に示す。植え付けは3月26日、収穫は5月26日である。この表3から以下のことがいえる。

- ・ オガ粉の添加量を増やしC/N比が44.3に増加し

でも総収穫量は低下しない。しかし 68.8 になると顕著に低下する。

- ・ したがって、ハツカダイコンの生育に対してオガ粉による C/N 比の増加の影響は C/N 比が 44.3 程度まで影響が無い。
- ・ 発芽率は C/N 比 68.8 において低下する。反対に 1 本当たりの収量は増加する。これは通常の栽培時実施される間引きと考えると、C/N 比が増加しても収量に与える影響は小さいものと思われる。

表3 C/N 比とハツカダイコンの地上部生体総量(収穫質量)

| C/N | 6.8 土壌のみ | 22.3 | 30.2 | 44.3 | 68.8 |
|---------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| 総収穫量(g) | 58.69 | 63.70 | 64.65 | 59.55 | 49.93 |
| 標本数(g) | 10 | 10 | 9 | 10 | 7 |
| 平均値(g) | 5.87 | 6.37 | 7.18 | 5.96 | 7.13 |

3-1-3 トマトの場合

トマトの収穫量と苗の高さの結果を表4に示す。植え付けは4月16日、収穫は7月16日である。

表4 トマトの収穫量と苗の高さ

| C/N | 6.8 (土壌のみ) | 22.3 | 30.2 | 44.3 | 68.8 |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| 総収穫量(g) | 65.43 | 43.40 | 83.63 | 77.77 | 83.70 |
| 苗の高さ(cm) | 86 | 83 | 79 | 85 | 79 |

この表から以下のことがいえる。

- ・ オガ粉の添加量を増やし C/N 比が 66.8 まで増加しても C/N 比が 22.3 の場合を除き収穫量は低下せず反対に増加する。
- ・ したがって、トマトの生育はオガ粉による C/N 比の増加による影響を受けない。
- ・ 苗の背丈は C/N 比の増加による影響を受けない。

表5 ナスビの収穫量と苗の高さ

| C/N | 6.8 土壌のみ | 22.3 | 30.2 | 44.3 | 68.8 |
|----------|----------|-------|-------|-------|-------|
| 総収穫量(g) | 130.55 | 77.70 | 79.82 | 94.92 | 81.42 |
| 苗の高さ(cm) | 37 | 36 | 35 | 38 | 35 |

3-1-4 ナスビの場合

ナスビの収穫量と苗の高さの結果を表5に示す。植え付けは4月16日、収穫は7月16日である。

この表から以下のことがいえる。

- ・ オガ粉の添加量を増やし C/N が 66.8 まで増加することによって収穫量は低下する。
- ・ 但し、C/N 比 6.8 の場合のみ収穫個数が2個で他の場合は1個であったことを考慮すると C/N 比がナスビの

生育に与える影響は少ないものとも考えられる。

- ・ 苗の背丈は C/N 比の増加による影響を受けない。

3-1-5 シシトウの場合

シシトウの収穫量と C/N 比の関係を表6に示す。植え付けは5月8日、収穫は8月8日である。

表6 C/N 比とシシトウの収穫量

| C/N | 6.8 土壌のみ | 22.3 | 30.2 | 44.3 | 68.8 |
|----------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| 総収穫量(g) | 365.8 | 369.7 | 356.5 | 352.2 | 344.6 |
| 平均高さ(cm) | 41.7 | 38.3 | 37.7 | 43.7 | 40.3 |

この表から以下のことがいえる。

- ・ オガ粉の添加量を増やし C/N 比が 68.8 に増加しても総収穫量の低下はほとんど無い。

したがって、シシトウの生育に対してオガ粉による C/N 比の増加の影響は認められない。

3-2. 実験2の場合

8月8日から9月16日まで栽培各種作物を栽培し、その収穫量を比較した。

3-2-1. オガ粉添加土壌におけるコマツナの栽培

土壌にオガ粉を添加し、C/N 比を①7.4、②27.3、③63.1、④81.8、⑤96.5 とし、そこにコマツナを栽培した。その生育比較結果を表7および図3に示す。

表7 C/N 比とコマツナの地上部生体総量

| C/N | 7.4 (土壌のみ) | 39.3 | 63.1 | 81.8 | 96.5 |
|---------|------------|-------|-------|-------|------|
| 総収穫量(g) | 25.64 | 28.41 | 24.35 | 29.53 | 9.9 |
| 標本数 | 10 | 9 | 10 | 10 | 9 |
| 平均値(g) | 2.56 | 3.16 | 2.44 | 2.95 | 1.1 |



① ② ③ ④ ⑤

図3 コマツナの生育状況

表7から以下のことがいえる。

- ・ オガ粉を添加して C/N 比を増加させた場合、81.8 までは収穫はオガ粉無添加の場合 (C/N 比 7.4) と同等かそれ以上の結果であった。
- ・ C/N 比が 96.5 に達すると収穫量は半分以下になり悪影響を与える。

3-2-2. オガ粉添加土壌におけるハツカダイコンの栽培

土壌にオガ粉を添加し、そこにハツカダイコンを栽培しその生育比較を行った。結果を表8および図4に示す。
C/N 比 : ①7.4 ②39.3 ③63.1 ④81.8 ⑤96.5

表8 C/N 比とハツカダイコンの地下部生体総量

| C/N | 7.4 (土壌のみ) | 39.3 | 63.1 | 81.8 | 96.5 |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| 総収穫量 (g) | 31.31 | 48.63 | 48.00 | 37.34 | 14.69 |
| 標本数 | 7 | 9 | 9 | 10 | 10 |
| 平均値 (g) | 4.47 | 5.40 | 5.33 | 3.73 | 1.47 |

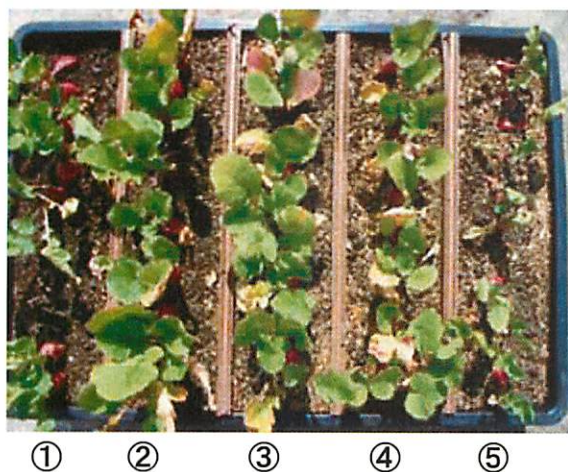


図4 ハツカダイコンの生育状況

表8から以下のことがいえる。

- ・ オガ粉を添加して C/N 比を増加させた場合、63.1 までは収穫は無添加の場合と同等かそれ以上の結果であった。
- ・ C/N 比が 96.5 の場合収穫量は無添加の場合と比べ、半分以下に低下し悪影響を与える。

3-2-3. 製紙スラッジ添加土壌におけるコマツナの栽培

C/N 比調整材として、土壌に製紙工場から排出される製紙スラッジを添加し、そこにコマツナを栽培しその生育比較を行った。結果を表9および図5に示す。

C/N : ①7.4 ②24.5 ③33.7 ④39.7 ⑤43.7

表9 C/N 比とコマツナの地下部生体総量

| C/N | 7.4 (土壌のみ) | 24.5 | 33.7 | 39.7 | 43.7 |
|----------|------------|------|------|------|------|
| 総収穫量 (g) | 23.91 | 0.88 | 0.67 | 0.55 | 0.35 |
| 標本数 | 10 | 9 | 10 | 10 | 7 |
| 平均値 (g) | 2.39 | 0.10 | 0.07 | 0.06 | 0.05 |



図5 製紙スラッジ添加のコマツナの生育状況

表9から以下のことがいえる。

- ・ 製紙スラッジを添加することによってコマツナの収量は激減する。

・ これは C/N 比の増加にかかわるものではなく、製紙スラッジ自身が生育阻害を起こす原因になったものと推測される。

なお、別に製紙スラッジ単独による発芽試験をした場合正常な発芽を確認したことから(図6)、土壌あるいは堆肥あるいは両者との混合によって生育阻害の原因になったものと考えられるが、原因については今後の課題となった。



図6 製紙スラッジ単独による発芽試験結果

3-2-4. 製紙スラッジ添加土壌におけるハツカダイコンの栽培

土壌に製紙スラッジを添加し、そこにハツカダイコンを栽培しその生育比較を行った。その結果を表10および図7に示す。

C/N : ①7.4, ②24.5, ③33.7, ④39.7, ⑤43.7



① ② ③ ④ ⑤

図7 ハツカダイコンの生育状況

表10 C/N比とハツカダイコンの地下部生体総量

| C/N | 7.4 土壌のみ | 24.5 | 33.7 | 39.7 | 43.7 |
|---------|----------|------|------|------|------|
| 総収穫量(g) | 28.45 | 3.04 | 1.11 | 0 | 0 |
| 標本数 | 10 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 平均値(g) | 2.85 | 0.76 | 0.56 | 0 | 0 |

表10から以下のことがいえる。

- ・ 製紙スラッジを添加することによってハツカダイコンの収量は激減する

これはコマツナの結果と同様にC/N比の増加にかかわるものではなく、製紙スラッジ自身が生育障害を起こす原因になったものと推測されるが今後詳細な実験が必要である。

4. おわりに

オガ粉を添加することによってC/N比を大きくした堆肥は、実験結果のC/N比 81.8 程度まで増加してもコマツナ、ハツカダイコン、トマト、ナスおよびシシトウの各作物の生育に悪影響を与えることは無かった。このように炭素分でも分解しにくいセルロースを含んだオガ粉は堆肥作製時の副資材として窒素飢餓を起こさない安定なものであることが分かった。一方、製紙スラッジを用いた場合は、明らかに生育障害がみられたが、これはC/N比の増加がもたらしたものではなく、製紙スラッジに含まれる何らかの物質が土壌内で生育障害物質となって悪影響を与えたものと推測され、今後別途調査する必要がある。

INFLUENCE THAT CARBON TO NITROGEN RATIO (C/N) OF COMPOST GIVES TO PLANT CULTIVATION

Seiji YOSHIDA and Tetsuo MORI

In plant cultivation, it is said that the high C/N ratio of the compost causes nitrogen starvation. As for the compost that become high C/N ratio increased by the addition of sawdust, C/N ratio did not give bad influence against the growth of such as kind of komatsuna, radish, tomato, eggplant and green pepper until 81.1 C/N value. Therefore, it is understood that sawdust including the cellulose that is hard to degrade by microorganism and is used as vice-material of the compost did not cause nitrogen starvation in plant cultivation.