

食品リサイクル堆肥についての調査研究

—持続可能な社会構築に向けて—



有限会社 三功



農業法人 酵素の里

協力

日本大学生物資源科学部
植物資源科学科 作物学研究室
准教授 磯部勝孝

財団法人 日本土壌協会
独立行政法人 中央農業総合研究センター
有限会社 ディージェーシー総合研究所

ご挨拶

有限会社三功は、1970年の創業当時から「活かせば資源、捨てればごみ」という理念のもとに廃棄物のリサイクルに取り組んでまいりました。食品廃棄物の堆肥化事業は、食品リサイクル法施行以前の平成7年から取組を開始し、2000年には地元農家や食品廃棄物排出元のスーパー様の協力のもとにリサイクル・ループを構築し、現在に至っております。

この事業を立ち上げるに際して最も重視したポイントは、堆肥の品質です。なぜなら、品質の良い堆肥でなければ農家に使ってはいただけないからです。更に、堆肥を使用して栽培された作物の安全性や、土壌への影響についても社会的責任を負う企業として関心を払わなければなりません。

この報告書は、当社が製造する堆肥を使用することで、作物や土壌にどのような影響を与えるかについて研究調査されたものです。

第1章は、食品廃棄物の堆肥製造プロセスと地域内のリサイクル・ループについて当社の視点からまとめたものです。

第2章は、日本大学生物資源科学部 植物資源科学科 作物学研究室 磯部勝孝准教授による2006年から2010年の5年間にわたる研究報告を掲載しています。この研究においては、主として健康や環境に影響を及ぼすと言われている硝酸態窒素の調査に主眼がおかれています。

第3章は、財団法人日本土壌協会が核となり、独立行政法人中央農業総合研究センター、有限会社ディージーシー総合研究所のご協力のもとに、土壌中の微生物の多様性についての調査報告です。

ふたつの研究調査は、弊社が製造した堆肥「有機みえ」を中心に、化成肥料や牛糞堆肥と比較したものです。

日本大学生物資源科学部の研究調査は、神奈川県藤沢市にある大学の圃場にて、財団法人日本土壌協会の研究調査は、当社の圃場という、それぞれ土壌環境が異なる場所で行いました。重複する部分も多々ありますが、それぞれに興味深い結果が得られたと考えております。

当社が製造した堆肥が全ての面に置いて優れているとは申し上げるつもりはありませんが、少なくとも農作物の安全性や環境への負荷は化成肥料のそれよりも勝っていることや、堆肥の使用によって土壌中に微生物が増え、土壌が豊かになっていくことが、今回の研究調査で証明されたのではないかと考えております。

食品廃棄物のリサイクル・ループに関心をお持ちの方々にお役に立てばという思いで、今回の研究調査を報告書にまとめ公表することにいたしました。

当社は、食品廃棄物のリサイクルのみならず、地域環境の改善や廃棄物の再利用という理念のもとに、廃プラスチックや紙ごみの燃料化やこれまで焼却するか埋め立てるか術がなかった汚れた廃棄物の再生化事業を強化していく所存です。

有限会社 三功

代表取締役社長 片野宣之

ふたつの調査から見えてきた 食品リサイクル堆肥の特質

化成肥料と比較して、食品廃棄物からつくられた堆肥（有機みえ）は、

- 健康に影響を与えるといわれている作物内の硝酸態窒素の含有量は少ない。
- 硝酸態窒素による土壌汚染の割合が低い。
- 化成肥料を使用し続けることによって土壌pHは酸性度が増していくが堆肥使用区は化成肥料区ほど土壌の酸性化は進まない。
- 微生物の多様性は、化成肥料区では低くなる傾向があるが、堆肥区では高くなる傾向がみられる。
- 堆肥使用によって土壌硬度は低く、軟らかくなる傾向があるが、化成肥料では高く、硬くなる傾向が見られる。
- 作物の生長は、化成肥料は即効性があり生育は調査開始の時点から良い結果が得られるが、堆肥を継続的に施用することで、堆肥区の作物の生育度も化成肥料区に近い結果を得られるようになる。

詳細については、第2章、第3章をご覧ください。

目次

第1章 食品廃棄物の堆肥化とリサイクル・ループ	1
三功・酵素の里の食品廃棄物のリサイクル・ループ	2
食品廃棄物リサイクル・ループ構築までの経緯	3
堆肥化の流れ	4
三功の堆肥に関する考え方	5
堆肥についての農家の声	6
農業法人「酵素の里」	7
堆肥の利用	8
リサイクル・ループの完成	9
環境教育	10
第2章 日本大学生物資源科学部による調査	11
堆肥『有機みえ』の発芽率調査	13
コマツナの生育について	14
作物内の硝酸態窒素について	15
土壌pHの推移について	16
土壌の硝酸態窒素量の推移について	18
土壌のEC（電気伝導度）の推移について	20
土壌のCN比（炭素/窒素比）の推移について	22
地下200 cmから採取した土壌溶液中の硝酸態窒素の推移について	26
第3章 財団法人日本土壌協会による調査	27
土壌微生物多様性試験区	28
圃場での作業	29
コマツナ生育の様子	30
コマツナ収量（重量）と生育長について	31
コマツナの糖度と作物内の硝酸態窒素について	32
土壌分析結果	33
土壌硬度	36
微生物多様性の変化	37
試験結果のまとめ	39
資料 食品リサイクル肥料『有機みえ』の成分分析	41

第1章

食品廃棄物の堆肥化と リサイクル・ループ



有限会社 三功
農業法人 酵素の里

三功・酵素の里

食品廃棄物のリサイクル・ループ



Social Business Model for Sustainable Societies
持続可能な社会に向けての社会貢献型ビジネスモデル

食品廃棄物リサイクル・ループ構築までの経緯

- 1995年 1月 食品残さの堆肥化事業立ち上げ
- 1995年 3月 堆肥の有効性を検証するため、工場敷地内に農作物栽培のハウス建設
- 2000年 11月 生ゴミ堆肥を使用して栽培した作物を販売する直売所「酵素の里」を地元農家の協力を得て設立
- 2000年 12月 食品残さ排出元のスーパーで「酵素の里」の販売コーナーが設けられる
(リサイクル・ループの完成) (現在スーパー 4 店舗にて販売)

2001年 5月に施行された「食品リサイクル法」以前に三功はリサイクル・ループを構築しました。

- 2003年 9月 食品リサイクル法に基づく「登録再生利用事業者」の認定を受ける
- 2004年 7月 生ゴミ堆肥「有機みえ」三重県リサイクル製品の認定
- 2009年 4月 生ゴミ堆肥「有機みえ」食品リサイクル製品の肥料認証
- 2010年 3月 食品リサイクル推進環境大臣賞 奨励賞受賞

堆肥化の流れ



食品廃棄物収集車

コンビニの食品廃棄物



スーパーの食品廃棄物



コンビニの食品廃棄物は、下の写真奥のバック分離器で食品と包装を分離し、食品のみ攪拌機に投入されます。

スーパーや他の事業者の食品廃棄物は前もって分別されたものを収集し、そのまま攪拌機に投入します。



攪拌機

食品廃棄物は、攪拌機の中で水分調整材の木くずと種菌と混ぜ合わせます。



醗酵ドラム

攪拌機の中で十分に攪拌された食品廃棄物は、醗酵ドラムに送られ、この中で一日醗酵させます。



熟成場

醗酵ドラムから取り出された食品廃棄物は熟成場へ運ばれ、1～2週間毎に切り返しを繰り返しながら約90日かけて完熟堆肥に。微生物の働きで温度は70℃前後まで上がります。



堆肥の完成。「三重県のリサイクル製品」の認定と「食品リサイクル肥料」の認定を受けています。



食品リサイクル
FOOD RECYCLE
食品リサイクルセンター
(株) 日本土壌協会
登録番号: 124010109

三功の堆肥化に対する考え方

微生物の働きを最大限に活用し
自然と息を合わせながら
堆肥化にかかるコストは小さく
環境にかける負荷も小さく
そして
田畑の土が豊かになる堆肥づくりを
目指しています。

三功の堆肥「有機みえ」は、厳しい基準をクリアして
「食品リサイクル製品」として第1号の認証を受け、
また、三重県のリサイクル製品の認定も受けています。



認証番号：24010109

FRの認証を受けた堆肥を使用して
育てられた農作物や加工品は、
上記のマークを使用することができます。

認証機関 (財) 日本土壌協会



三重県認定リサイクル製品
(農商-14)

資源が無駄なく使用され、環境への
負担が少ない循環型社会をつくるために
三重県が2001年に制定

問合せ先 三重県環境森林部
ごみゼロ推進室

堆肥についての農家の声

- 畑の土壌が軟らかくなってきたので、作物の根張りが良くなってきて、生長も早くなり、実りも良くなってきた。(キュウリ農家)
- 作物の収穫量が1.3倍ぐらい増えた。今まで一作だけだったが二作できるようになった。(ほうれん草農家)
- 味が良くなったと言われる。日持ちも良い。病害が少なくなり、消毒回数が減った。雑草も減り、作業が楽になった。(キュウリ農家)
- しっかりとした品質のトマトが出来るようになった。堆肥を使うことで毛細根が多くなった。それは移植するときに良く分かる。日持ちは良くなった。堆肥マルチをすることで雑草が少なくなった。(トマト農家)

注：堆肥マルチとは堆肥を使って畑を覆うこと。
保肥性、保水性、保温性が良くなり、雑草が生えにくくなる。
- トマトと大根を作っているが、どちらも生長が良い。トマトは病気が少なくなり、虫にもやられず順調に育つようになった。(トマト、大根農家)
- 人参を作っている。色が浅くなったが、糖度が18もあり味は良くなった。以前は、そんな数値は出なかった。化成肥料を使わなくなったのでコスト面で助かっている。(人参農家)
- 堆肥を使うようになってから農薬の使用が減った。どうしても虫が出るので、消毒は播種するときだけするようになった。葉が厚くなって一株の目方が増えた。(ほうれん草、ねぎ農家)
- 堆肥を使うようになってから、化成肥料は一切使わなくなった。連作障害もなく、生育も早く、味も上がってきただけでなく、持ちも良くなってきた。(ほうれん草農家)
- 堆肥を使い続けているうちに、品質が良くなってきた。実が腐りにくく、完熟状態になっても実が崩れない。糖度も上がった。(梨農家)



農業法人「酵素の里」

農業法人「酵素の里」は、三功の関連会社で、「地力に優る技術なし」という理念のもとに堆肥「有機みえ」の使用を核にして、畑の土壌を豊かにし安全・安心な農作物の栽培を目指しています。「循環野菜」は、「酵素の里」の農作物であることを示しているマークです。



「酵素の里」の直売所



直売所の販売コーナー

加工品も製造・販売しています



トマトケチャップ
無花果ジャム
味噌



「酵素の里米」



直売所「酵素の里」

三重県津市久居明神町 1499
TEL & FAX 059-255-1015

堆肥の利用

堆肥「有機みえ」は、農業法人「酵素の里」や近隣の農家で様々な農作物の栽培に使用されています。



散布した堆肥がトラクターで畑の中にすき込まれる様子（キャベツ畑）



田んぼでの散布の様子



堆肥で畑の表面をカバー（堆肥マルチ）
土壌表面に散布された堆肥は、収穫後、畑の中にすき込まれます。堆肥マルチにすることで、雑草も減り、更に保肥力、保水力、保温力が高まり、畑をより豊かにします。

化成肥料の使用を極力減らし
安全・安心な農作物の栽培



水菜、ほうれん草



トマト



お米



無花果

リサイクル・ループの完成



マックスバリュ津北店

お取引先のスーパー等から排出された廃棄物は、三功で堆肥に変えられ、農家や酵素の里で農作物となり、再びスーパーの店頭に戻るというリサイクル・ループを、2000年12月全国に先駆けて構築することができました。



イオン久居店



アピタ松阪三雲店



堆肥「有機みえ」で栽培された農作物には上記のマークが表示されています。

環境教育

地域の子供たちへの環境教育を積極的に行っています。

小学校への出前授業

給食の残さで堆肥づくり



校庭で畑づくり



食育を兼ねた見学会

堆肥熟成場



畑でいも掘り



収穫物でバーベキュー



第2章

生ごみ堆肥が作物と土壌環境に及ぼす影響

- 5年間の堆肥連用による変化について -
(調査期間 2006年～2010年)



協力

日本大学生物資源科学部
植物資源科学科 作物学研究室

准教授 磯部勝孝



日本大学生物資源科学部圃場

食品廃棄物から作られた堆肥の連用により、土壌中やその周辺ならびにそこで栽培した作物の体内中の硝酸態窒素が高まるのかを 5 年間にわたる試験での検証と堆肥の施用量の違いによって、作物の生育にどの程度差が生じるかの検証を行った。

対照区 1 (無施用)	2t/10a 区 1 (16kg)	5t/10a 区 1 (32kg)	10t/10a 区 1 (80kg)	化成肥料区 1
化成肥料区 2	10t/10a 区 2 (80kg)	2t/10a 区 2 (16kg)	5t/10a 区 2 (32kg)	対照区 2 (無施用)

対照区 (無肥料)

堆肥 2t 区 16kg/9 m²

堆肥 5t 区 32 kg /9 m²

堆肥 10t 区 80 kg /9 m²

化成肥料区 8-8-8 3.7 kg /9 m²

を 2 系列でコマツナ (朱雀小松菜) を
春作 (4 月中旬播種 6 月上旬収穫)

秋作 (9 月中旬播種 11 月上旬収穫)
の年 2 回作付けを行った。

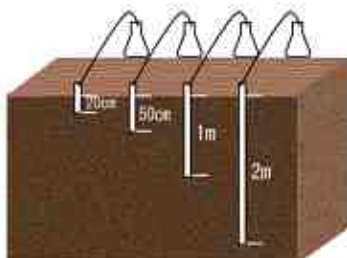
【使用堆肥 『有機みえ』】

※堆肥成分の分析についてはこの報告書の最後に掲載



土壌溶液採取装置

手前から 20 cm、50 cm、1m、2m の装置



土壌溶液採取装置の設置

(硝酸態窒素による土壌への影響調査)

土壌中の硝酸態窒素の調査のためそれぞれの区に
20 cm、50 cm、1m、2m の土壌溶液採取装置を設置



設置作業の様子



土壌中の溶液は、設置された
フラスコの中に吸い上げられる

堆肥『有機みえ』の発芽率調査

調査期間 2008年12月11日～14日



200mlのフラスコに乾燥堆肥5gを入れ、沸騰水を100ml加え、アルミホイルで蓋



1時間放置した後、ろ過



シャーレにろ紙を敷きろ過した液を10ml入れコマツナ50粒を播種
同様に水道水のみのものにコマツナを50粒播種
それぞれ3セット作り観察



発芽の様子

写真の中の左のシャーレ水道水のみ(対照区)
右のシャーレにはろ過した液が入っている



1日目は、発芽した種子は
どちらの区もほぼ皆無

2日目は、両方の区とも
同じ発芽率となった

3日目の発芽率は対照区より
堆肥区が上回った



第1日目



第2日目



第3日目

	1日目発芽率 (%)	2日目発芽率 (%)	3日目発芽率 (%)
対照区 1	2.0	84.0	88.0
対照区 2	4.0	86.0	90.0
対照区 3	4.0	82.0	92.0
平均	3.3	84.0	90.0
堆肥区 1	0.0	94.0	90.0
堆肥区 2	0.0	82.0	96.0
堆肥区 3	0.0	76.0	94.0
平均	0.0	84.0	97.0

注) 小数点第2位を四捨五入

草丈が 25 cmに達した日数（春植え）

単位 日

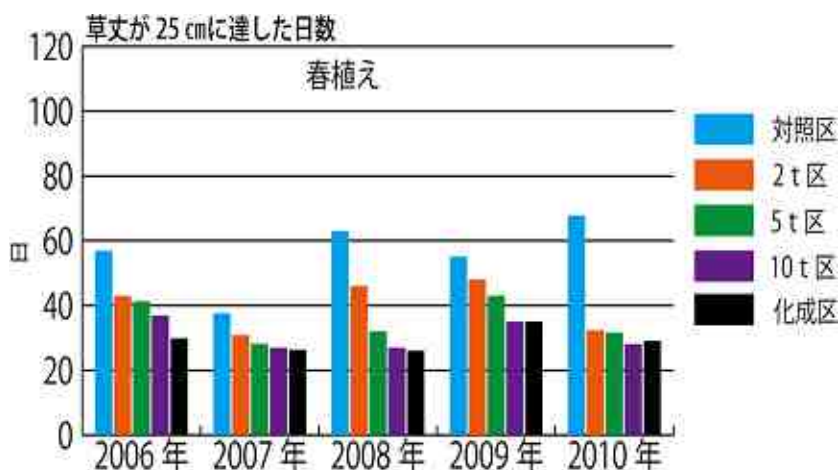
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	56.9	37.6	63.0	55.0	67.8
2t区	42.9	30.9	46.0	48.0	32.3
5t区	41.3	28.2	32.0	43.0	31.6
10t区	36.9	27.0	27.0	35.0	28.1
化成区	29.9	26.3	26.0	35.0	29.0

化成肥料区は、概ね他の試験区と比べて 25 cmにまで背丈が伸びるのが早い
が、生ごみ堆肥は化成肥料のような即効性はないが、投入し続けることによって春植えも秋植え双方ともに収穫までの日数が化成肥料区に近づいていった。

特に 5t 区、10t 区は、収穫までの日にちが化成肥料区と同じくらいにまでになっていった。

肥料をまったく投入していない対照区においては、5年間コマツナの栽培を続けたことで地力が低下し 25cmに
至るまでの日数が長くなっていく様子が見られる。

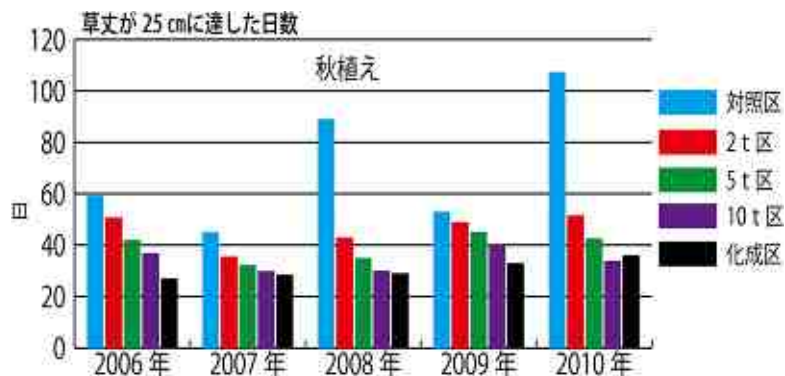
畑は、何もしないでおくとも作物の生長は遅くなっていく傾向がはっきりと見て取れる。



草丈が 25 cmに達した日数（秋植え）

単位 日

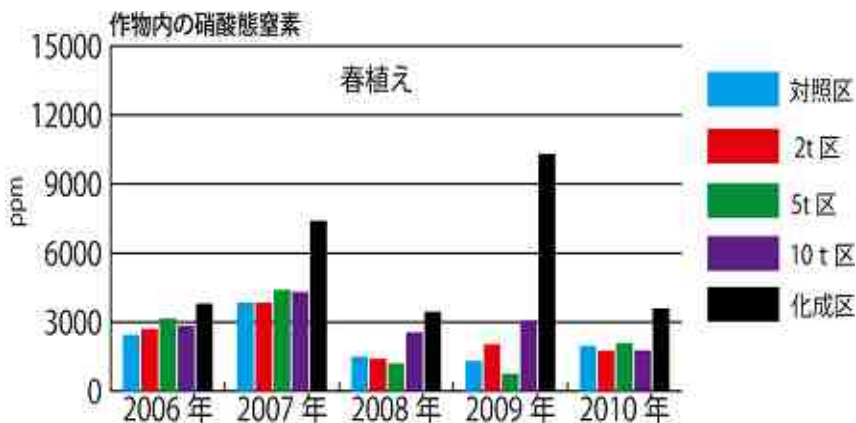
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	59.2	45.1	89.0	53.0	107.4
2t区	50.7	35.6	43.0	49.0	51.5
5t区	42.1	32.3	35.0	45.0	42.6
10t区	36.9	29.9	30.0	40.0	33.8
化成区	27.7	28.4	29.0	33.0	35.9



作物内の硝酸態窒素（春植え）

単位 ppm

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	2450	3850	1500	1328	1960
2t区	2700	3850	1400	2034	1763
5t区	3150	4400	1200	754	2075
10t区	2850	4300	2550	3068	1775
化成区	3800	7400	3450	10311	3588



畑に施用された堆肥の窒素は、土壤中においてアンモニア態窒素に変換され、さらに土壤微生物などによって硝酸態窒素へと変化していく。植物は、この硝酸態窒素を吸収することで生長していく。

硝酸態窒素は作物の生長には欠かすことのできないものであるが、この硝酸態窒素を人間が大量に摂取すると酸素欠乏症やガンを誘発されている。

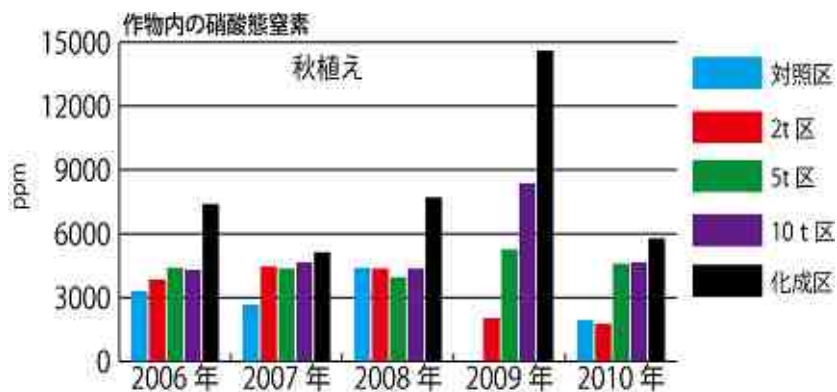
5年間の調査を通して、いずれの作期においてもコマツナの硝酸態窒素濃度は化成区が最も高かった。

しかし、長年の堆肥連用によって土壤中の硝酸態窒素濃度が高まるに従い、結果的にコマツナ体内の硝酸態窒素濃度が高まっていくことが予想されるので、堆肥を連用する際には土壌診断を定期的に行い、土壌の硝酸態窒素濃度を測定してから堆肥の施用量を決めるよう努める必要がある。

作物内の硝酸態窒素（秋植え）

単位 ppm

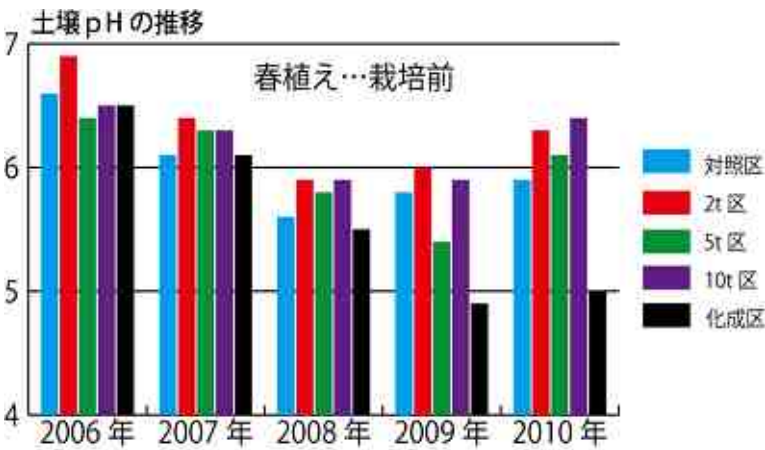
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	3300	2650	3800	—	1925
2t区	3850	4450	3350	3569	4738
5t区	4400	4350	3950	5255	4588
10t区	4300	4650	4350	8362	4650
化成区	7400	5125	7700	14595	5775



* 2009年の化成区の硝酸態窒素量については、やや不明な点があるが、ここでは事実を曲げることなく測定値をそのまま掲載した。

土壌pHの推移（春植え…栽培前）

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	6.6	6.1	5.6	5.8	5.9
2t区	6.9	6.4	5.9	6.0	6.3
5t区	6.4	6.3	5.8	5.4	6.1
10t区	6.5	6.3	5.9	5.9	6.4
化成区	6.5	6.1	5.5	4.9	5.0

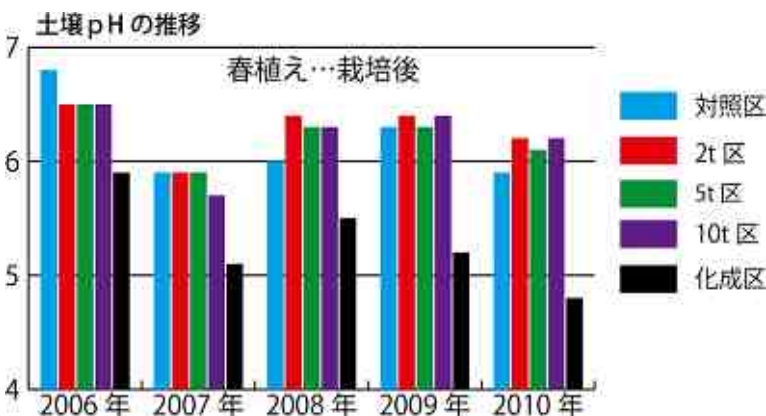


pHは、酸性、アルカリ性の度合いを示す指標で、作物の生育に大きな関わり合いを持っている。0~14の段階で表し、pH7を中性とし、酸性度が増すごとにpH6、pH5と数値が下がり、アルカリ度が増すごとにpH8、pH9と数値が上がっていく。

栽培前・後の化成区の土壌pHは、5年間で徐々に酸性化が進んでいる。一方、対照区や堆肥施用区においては一部酸性化するところもあるが、化成区ほど酸性化が進むことはなかった。

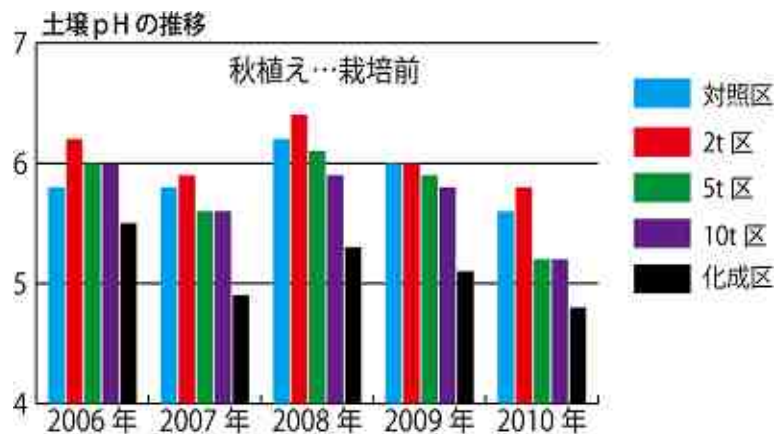
土壌pHの推移（春植え…栽培後）

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	6.8	5.9	6.0	6.3	5.9
2t区	6.5	5.9	6.4	6.4	6.2
5t区	6.5	5.9	6.3	6.3	6.1
10t区	6.5	5.7	6.3	6.4	6.2
化成区	5.9	5.1	5.5	5.2	4.8



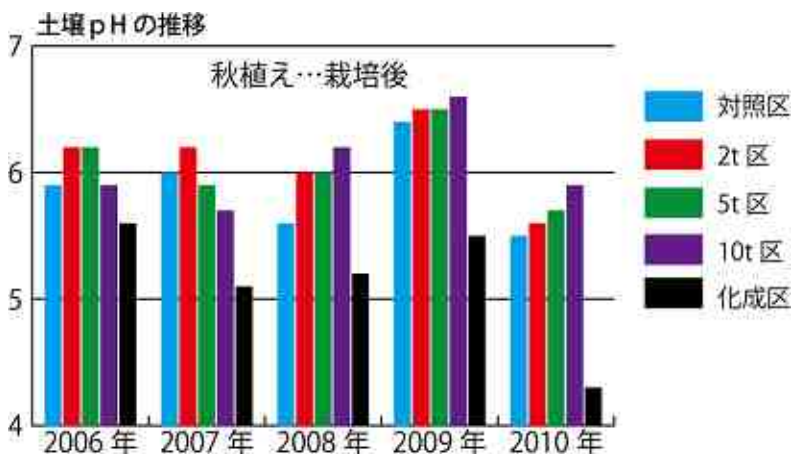
土壌pHの推移（秋植え…栽培前）

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	5.8	5.8	6.2	6.0	5.6
2t区	6.2	5.9	6.4	6.0	5.8
5t区	6.0	5.6	6.1	5.9	5.2
10t区	6.0	5.6	5.9	5.8	5.2
化成区	5.5	4.9	5.3	5.1	4.8



土壌pHの推移（秋植え…栽培後）

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	5.9	6.0	5.6	6.4	5.5
2t区	6.2	6.2	6.0	6.5	5.6
5t区	6.2	5.9	6.0	6.5	5.7
10t区	5.9	5.7	6.2	6.6	5.9
化成区	5.6	5.1	5.2	5.5	4.3



土壤の硝酸態窒素の推移（春植え…栽培前） 単位 mg/100g

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	15.5	8.5	6.0	12.4	13.8
2t区	18.5	17.6	7.0	19.8	37.5
5t区	29.5	42.0	8.5	34.5	42.5
10t区	78.0	65.0	20.5	130.0	60.5
化成区	21.5	36.0	14.8	192.7	25.2



土壤の硝酸態窒素の推移（春植え…栽培後） 単位 mg/100g

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	5.3	6.4	17.6	14.1	9.7
2t区	4.9	16.0	18.1	17.0	10.3
5t区	5.4	24.5	19.4	23.7	16.2
10t区	6.6	42.0	37.5	130.0	22.5
化成区	6.6	78.0	85.0	678.0	12.5



堆肥の施用直後は、ほぼ施用量に応じて硝酸態窒素量が高くなったが、栽培終了後の硝酸態窒素量は低下し、試験区間に差は見られなかった。

10t区での作物が化成区と変わらない生長の早さは、硝酸態窒素の数値の高さに見合ったものであると考えられる。

* 作物内の硝酸態窒素量の推移のところでも記したが、2009年の化成区の硝酸態窒素量については、やや不明な点があるが、ここでは事実を曲げることなく測定値をそのまま掲載した。

また、一般的に土壤の硝酸態窒素量が高まると、そこで栽培される作物体内の硝酸態窒素も高まることが考えられるので、定期的に土壤診断を行って、堆肥の施用量を考えていく必要がある。

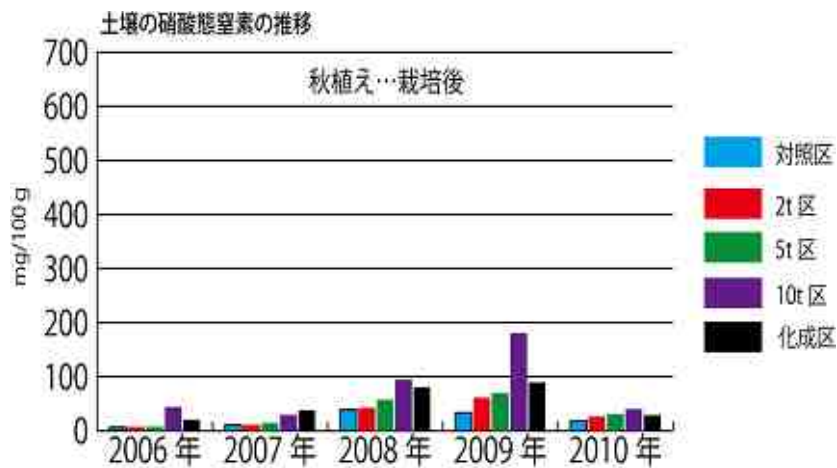
土壤の硝酸態窒素の推移（秋植え…栽培前） 単位 mg/100g

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	9.4	15.8	19.9	33.7	17.0
2t区	14.1	38.1	32.5	75.1	57.5
5t区	12.9	60.3	50.0	125.3	13.0
10t区	66.0	141.3	172.5	211.9	287.5
化成区	58.0	140.3	37.5	178.0	55.0



土壤の硝酸態窒素の推移（秋植え…栽培後） 単位 mg/100g

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	6.6	10.6	38.8	33.7	17.8
2t区	7.2	11.0	42.5	61.0	26.3
5t区	7.8	14.2	57.5	69.5	31.3
10t区	44.0	28.9	95.0	180.8	40.0
化成区	20.4	37.9	80.0	89.3	28.8



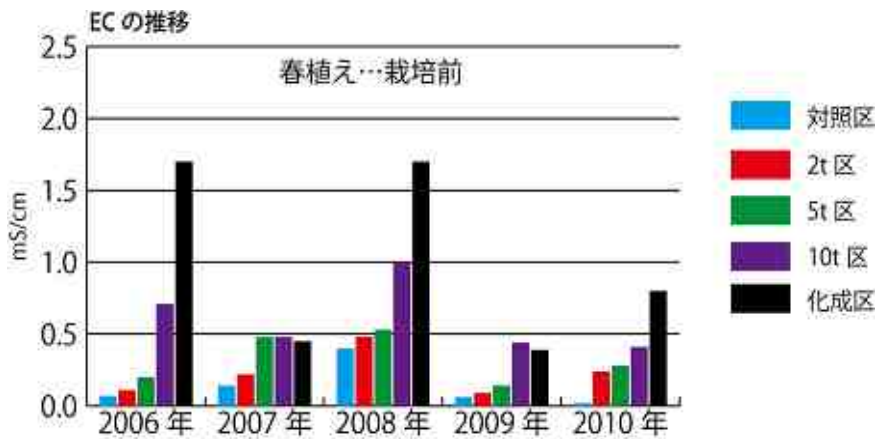
ECの推移（春植え…栽培前）

単位 mS/cm

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	0.07	0.14	0.40	0.06	0.02
2t区	0.11	0.22	0.48	0.09	0.24
5t区	0.20	0.48	0.53	0.14	0.28
10t区	0.71	0.48	1.00	0.44	0.41
化成区	1.70	0.45	1.70	0.39	0.80

EC（電気伝導度）とは、土壌中の水溶性の陽イオンの総量を表すもので、土壌中の塩類（肥料分）が多くなるほど電気が多く流れる。数値が高いほど陽イオンが多いことを示し、作物の根の張りや吸収に悪影響を及ぼす。

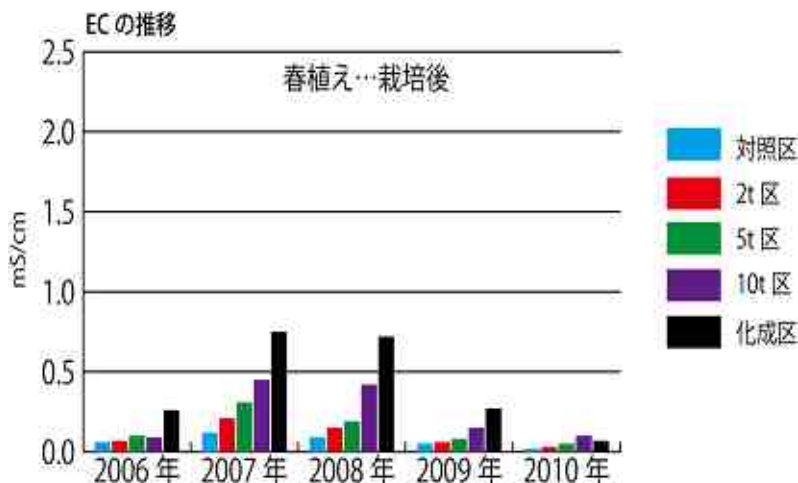
ECは、堆肥、化成肥料施用直後は著しく上昇した。堆肥を施用した区では、10t区での上昇が著しかったが、栽培終了後はいずれの試験区においても低下した。



ECの推移（春植え…栽培後）

単位 mS/cm

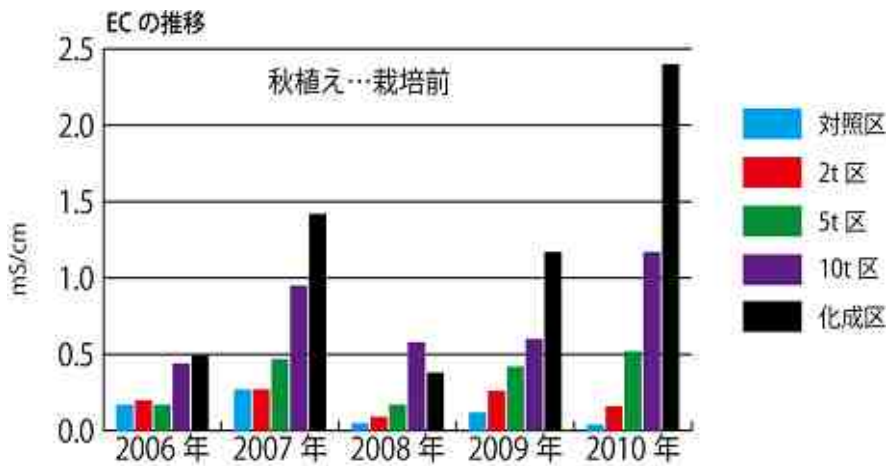
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	0.06	0.12	0.09	0.05	0.02
2t区	0.07	0.21	0.15	0.06	0.03
5t区	0.10	0.31	0.19	0.08	0.05
10t区	0.09	0.45	0.42	0.15	0.10
化成区	0.26	0.75	0.72	0.27	0.07



ECの推移（秋植え…栽培前）

単位 mS/cm

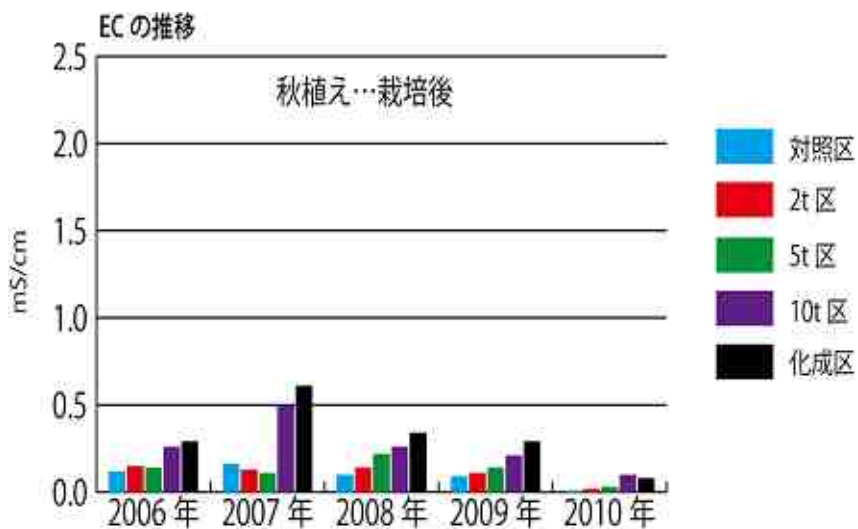
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	0.17	0.27	0.05	0.12	0.04
2t区	0.20	0.27	0.09	0.26	0.16
5t区	0.17	0.47	0.17	0.42	0.52
10t区	0.44	0.95	0.58	0.60	1.17
化成区	0.49	1.42	0.38	1.17	2.40



ECの推移（秋植え…栽培前）

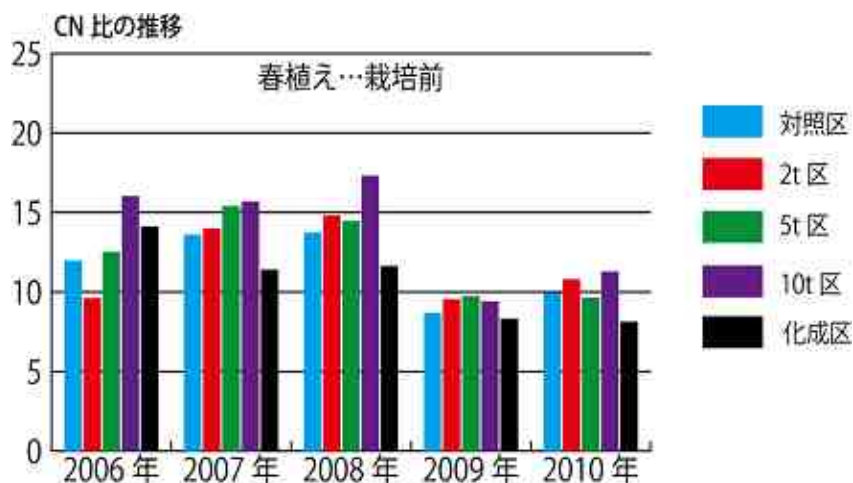
単位 mS/cm

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	0.12	0.16	0.10	0.09	0.01
2t区	0.15	0.13	0.14	0.11	0.02
5t区	0.14	0.11	0.22	0.14	0.03
10t区	0.26	0.50	0.26	0.21	0.10
化成区	0.29	0.61	0.34	0.29	0.08



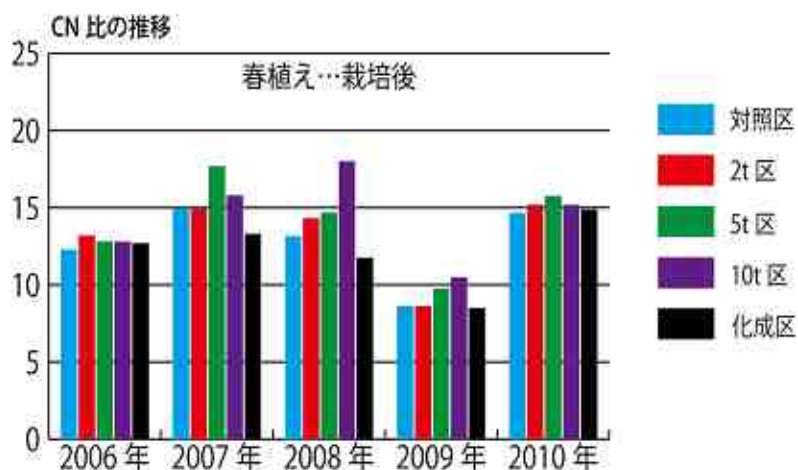
CN 比の推移（春植え…栽培前）

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	11.98	13.60	13.74	8.69	9.93
2t区	9.61	14.00	14.82	9.56	10.80
5t区	12.51	15.40	14.47	9.74	9.65
10t区	16.02	15.70	17.32	9.42	11.29
化成区	14.12	11.40	11.63	8.33	8.13



CN 比の推移（春植え…栽培後）

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	12.29	14.90	13.17	8.64	14.67
2t区	13.19	14.90	14.32	8.62	15.19
5t区	12.82	17.70	14.68	9.76	15.76
10t区	12.88	15.80	18.01	10.49	15.18
化成区	12.70	13.30	11.75	8.49	14.88



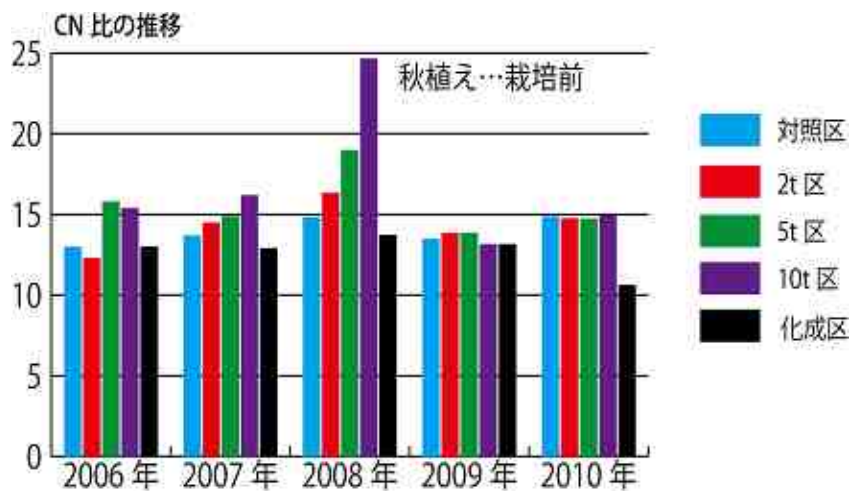
CN 比とは物質（ここでは土壌）に含まれている炭素（C）量と窒素（N）量の比率で、土壌に炭素 100g、窒素 10g が含まれている場合、CN 比は 10 となる。

CN 比が高い有機物（炭素が多い…数値としては 20 以上）を畑に投入した場合、土壌中の窒素が微生物に取り込まれ、作物が利用できる窒素が少なくなり（窒素飢餓）作物の生長に悪い影響を及ぼす。

CN 比は、一般的に低い方が良いとされているが、使用した堆肥の CN 比は 20 前後の値を示したが、完熟度が高く、発芽率が 90% 以上あるので作物の生育に対して問題はないと考えられる。

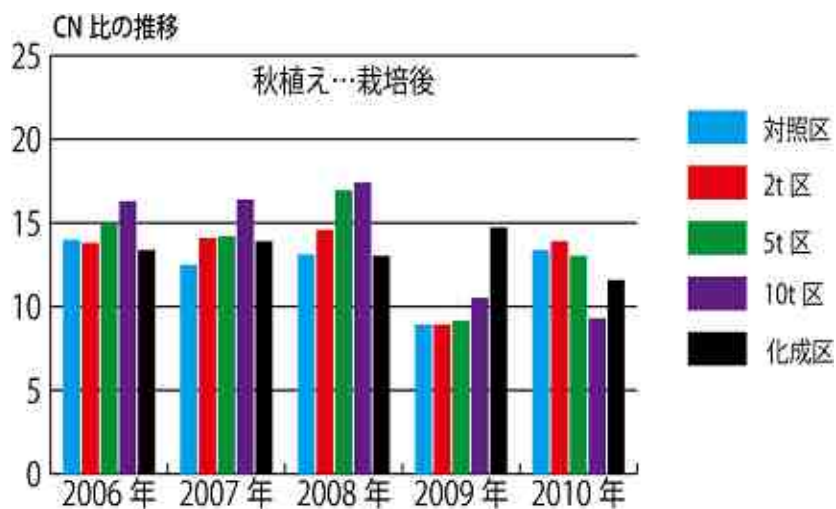
CN 比の推移（秋植え…栽培前）

	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
対照区	13.00	13.70	14.86	13.50	14.89
2 t 区	12.30	14.50	16.33	13.85	14.75
5 t 区	15.80	14.90	19.00	13.86	14.74
10 t 区	15.40	16.20	24.66	13.17	14.97
化成区	13.00	12.90	13.72	13.17	10.61



CN 比の推移（秋植え…栽培後）

	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
対照区	14.00	12.50	13.11	8.93	13.38
2 t 区	13.80	14.10	14.59	8.92	13.90
5 t 区	15.00	14.20	16.95	9.15	13.03
10 t 区	16.30	16.40	17.40	10.53	14.73
化成区	13.70	13.50	13.56	9.30	11.58



【参考資料】

以下に掲載する全炭素と次ページの全窒素の推移は、CN比を算出するために測定されたものです。

全炭素の推移（春植え…栽培後）

単位 %

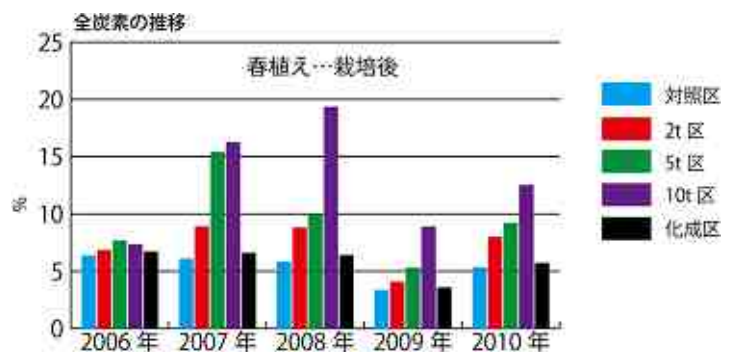
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	6.39	6.10	5.85	3.37	5.36
2t区	6.86	8.92	8.81	4.09	7.99
5t区	7.69	15.40	9.99	5.33	9.22
10t区	7.34	16.28	19.36	8.91	12.53
化成区	6.73	6.60	6.40	3.58	5.73



全炭素の推移（春植え…栽培前）

単位 %

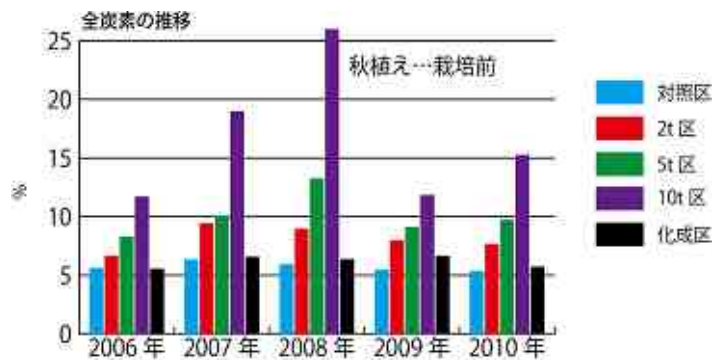
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	3.82	6.13	6.05	3.08	2.88
2t区	5.75	7.79	9.33	4.15	5.02
5t区	5.48	11.14	10.65	4.53	4.84
10t区	7.85	14.58	24.48	7.72	8.47
化成区	6.22	6.57	6.37	3.25	2.85



全炭素の推移（秋植え…栽培前）

単位 %

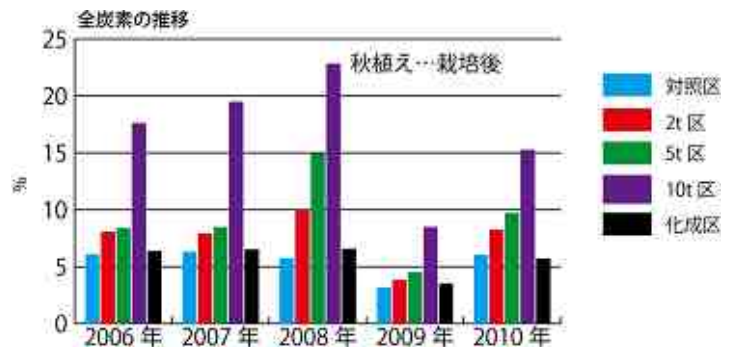
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	5.60	6.36	5.93	5.47	5.36
2t区	6.67	9.43	8.98	8.00	7.67
5t区	8.27	10.07	13.27	9.14	9.73
10t区	11.71	19.00	25.99	11.85	15.27
化成区	5.56	6.57	6.38	6.66	5.73



全炭素の推移（秋植え…栽培後）

単位 %

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	6.09	6.32	5.76	3.15	6.02
2t区	8.09	7.95	10.00	3.86	8.27
5t区	8.39	8.48	14.92	4.53	9.73
10t区	17.62	19.49	22.84	8.49	15.27
化成区	6.38	6.51	6.58	3.54	5.73

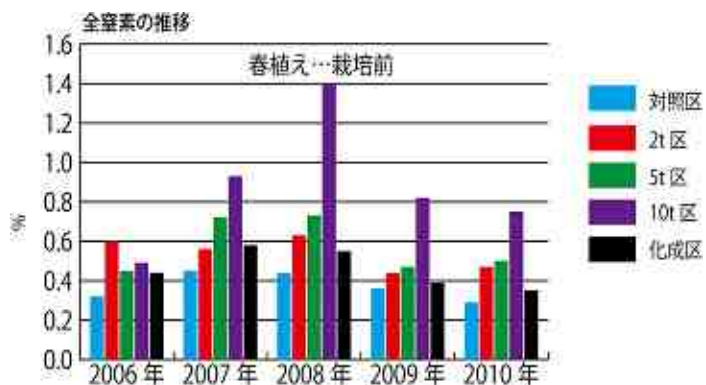


【参考資料】

全窒素の推移（春植え…栽培前）

単位 %

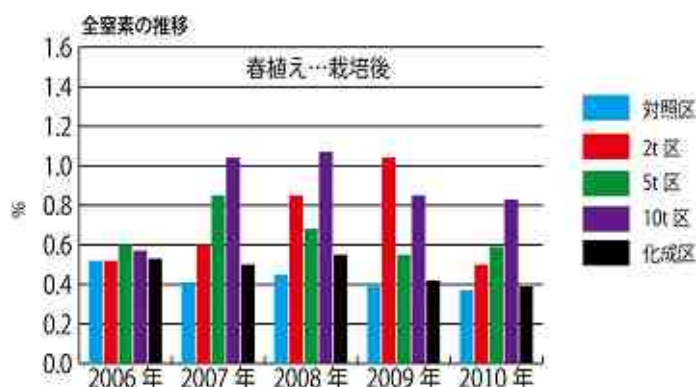
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	0.32	0.45	0.44	0.36	0.29
2t区	0.60	0.56	0.63	0.44	0.47
5t区	0.45	0.72	0.73	0.47	0.50
10t区	0.49	0.93	1.40	0.82	0.75
化成区	0.44	0.58	0.55	0.39	0.35



全窒素の推移（春植え…栽培後）

単位 %

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	0.52	0.41	0.45	0.39	0.37
2t区	0.52	0.60	0.62	0.48	0.53
5t区	0.60	0.85	0.68	0.55	0.59
10t区	0.57	1.04	1.07	0.85	0.83
化成区	0.53	0.50	0.55	0.42	0.39



全窒素の推移（秋植え…栽培前）

単位 %

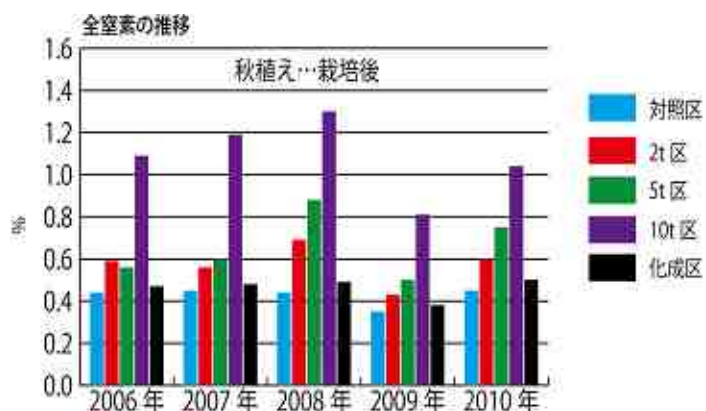
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	0.43	0.47	0.40	0.41	0.36
2t区	0.54	0.65	0.55	0.58	0.52
5t区	0.53	0.68	0.70	0.66	0.66
10t区	0.76	1.18	1.01	0.90	1.02
化成区	0.43	0.51	0.47	0.51	0.54



全窒素の推移（秋植え…栽培後）

単位 %

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対照区	0.44	0.45	0.44	0.35	0.45
2t区	0.59	0.56	0.69	0.43	0.60
5t区	0.56	0.60	0.88	0.50	0.75
10t区	1.09	1.19	1.30	0.81	1.04
化成区	0.47	0.48	0.49	0.38	0.50



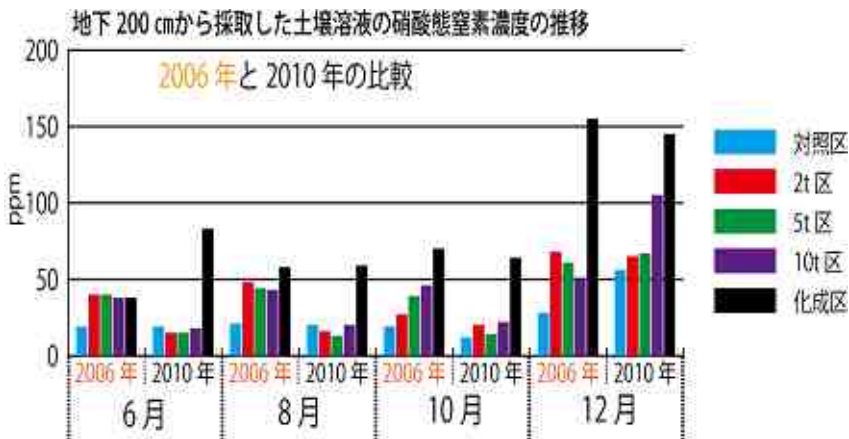
地下 200 cm から採取した土壌溶液中の硝酸態窒素濃度 単位 ppm

	6月		8月		10月		12月	
	2006年	2010年	2006年	2010年	2006年	2010年	2006年	2010年
対照区	19	19	21	20	19	12	28	56
2t区	40	15	48	16	27	20	68	65
5t区	40	15	44	13	39	14	61	67
10t区	38	18	43	20	46	22	51	105
化成区	38	83	58	90	70	64	155	145

硝酸態窒素は、土壌を通過し、地下水に流れ出すことによって地下水を汚染し、更に河川や湖沼、海洋の富栄養化の原因とも言われている。

5年間の調査の結果、堆肥使用区での地下 200cm における硝酸態窒素濃度は、全般的に化成区のそれよりより低いという傾向が得られた。

しかしながら堆肥を連用することで、徐々に堆肥区の硝酸態窒素濃度が上昇する傾向にあるので長期に渡って堆肥を 10a 当たり 5t 以上施用していく場合、施用量を減らしていくべきであると考えられる。



土壌溶液採取の様子

第3章

堆肥施用による土壌の変化と コマツナの生育等の 関係実証試験結果

(調査期間 2009年～2010年)



協力

財団法人日本土壌協会

独立行政法人 中央農業総合研究センター

有限会社ディージーシー総合研究所



土壤微生物多様性試験区

酵素の里・ジオリオン圃場

調査に使用した圃場は、未耕地（元野球場）を開墾したもの

A列 牛糞堆肥区	B列 牛糞堆肥区
A列 2t区	B列 2t区 (自社方式)
A列 対照区	B列 5t区
A列 化成区	B列 2t区
A列 2t区 (自社方式)	B列 10t区
A列 5t区	B列 対照区
A列 10t区	B列 化成区

堆肥施用による効果を把握するため、これまで耕作されてこなかった土地を用い、堆肥連用による土壌の化学性、微生物性、物理性や作物の生育の変化と、堆肥の試験でこれまで実施されてこなかった微生物の活性化を中心に試験を行った。

A列、B列の2連にコマツナ（はっけい）を
春作（4月中旬播種、6月上旬収穫）、
秋作（9月中旬播種、11月上旬収穫）
の年2回作付けして試験

使用堆肥

【(有)三功製造の堆肥『有機みえ』】

対照区 無肥料
堆肥2t区 1.6kg/9㎡
堆肥5t区 3.2kg/9㎡
堆肥10t区 8.0kg/9㎡
化成区 8-8-8 3.7kg/9㎡
牛糞区 1.6kg/9㎡

*A列2t区(自社方式)には
堆肥2tに頁岩、山土、油粕、
魚粉、骨粉、米糖、デンプン、
バウムフードを混ぜて醗酵さ
せたぼかし肥料を使用
*B列2t区(自社方式)には
堆肥2tに頁岩、山土、米糖、
デンプン、バウムフードを混ぜ
醗酵させたぼかし肥料を使用

※堆肥は表面施用し、播種時に浅くロータリーで攪拌

※堆肥成分の分析結果については報告書の最後に掲載

圃場での作業



播種一か月前に堆肥を圃場に投入



播種当日、微生物多様性調査のため
分析用の土壌を採取



播種の様子





コマツナの生育の様子

(第1回目 2009年春作の収穫時のもの)



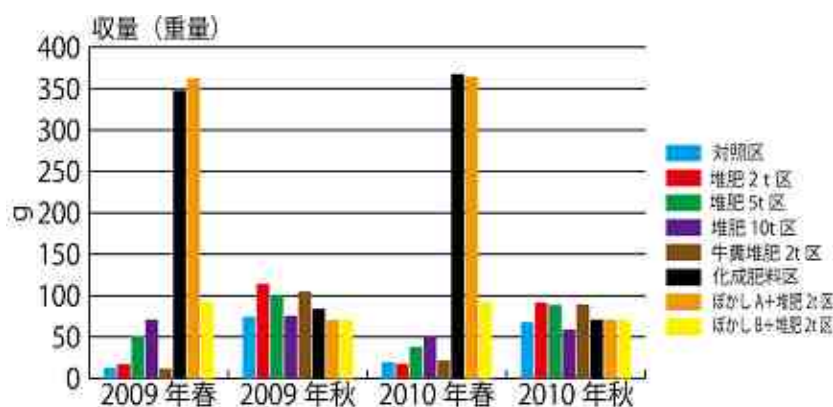
コマツナの生体重や硝酸態窒素含有量等の調査



収量 (重量)

単位 g

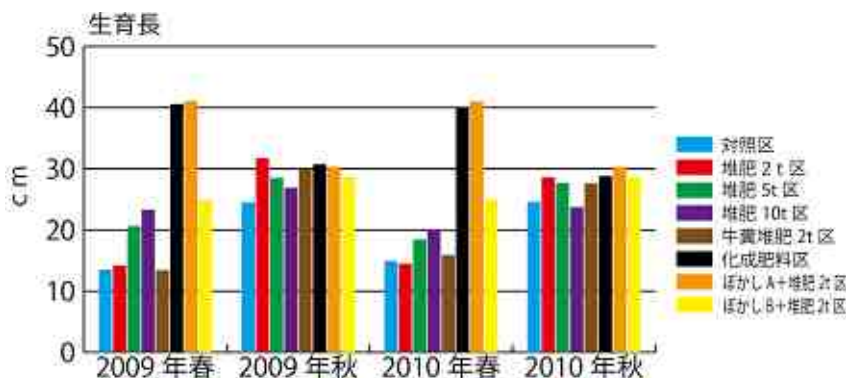
	2009 年春	2009 年秋	2010 年春	2010 年秋
対照区 (無肥料)	12.7	74.2	19.5	67.6
堆肥 2 t 区	17.0	113.9	17.5	91.4
堆肥 5 t 区	51.0	101.1	38.0	88.5
堆肥 10 t 区	70.9	75.6	50.0	59.0
牛糞堆肥 2 t 区	11.6	104.9	21.7	89.1
化成肥料区	347.6	83.8	367.7	71.0
ぼかし A+堆肥 2t 区	364.2	70.1	364.2	70.1
ぼかし B+堆肥 2t 区	92.7	70.5	92.7	70.5



生育長

単位 cm

	2009 年春	2009 年秋	2010 年春	2010 年秋
対照区 (無肥料)	13.5	24.5	14.9	24.6
堆肥 2 t 区	14.2	31.7	14.5	28.6
堆肥 5 t 区	20.6	28.5	18.4	27.7
堆肥 10 t 区	23.3	26.9	20.1	23.7
牛糞堆肥 2 t 区	13.4	29.9	15.9	27.6
化成肥料区	40.6	30.7	40.0	28.8
ぼかし A+堆肥 2t 区	41.1	30.3	41.0	30.3
ぼかし B+堆肥 2t 区	24.9	28.6	24.9	28.6



未耕作地に堆肥施用した 2009 年春作の収量(平均的な個体 5 個体の平均重)は、化成肥料区と比較して堆肥区は 1/10 程度と低かったが、同年の秋作はほぼ同程度になった。

2010 年の堆肥区の収量は、化成肥料区の 1/10 程度と低かったが、秋作は殆どの堆肥区で収量が上回った。

「ぼかし肥料区 A+堆肥 2t 区」は、2009 年の春作から化成肥料区と比較して収量、生育長ともに殆ど差がなかった。

「ぼかし肥料 B 区は、化成肥料区と比較して堆肥区ほどではなかったが収量、生育長とも春作は劣ったが、秋作は化成肥料区とほぼ同水準になった。

生育長は、2009 年も 2010 年も春作は化成肥料区が良く、生育が早いことをうかがわせた。しかし、秋作は堆肥区でさほど差がなかった。2 年目になると、春作においても堆肥区の生育は早くなってきている。

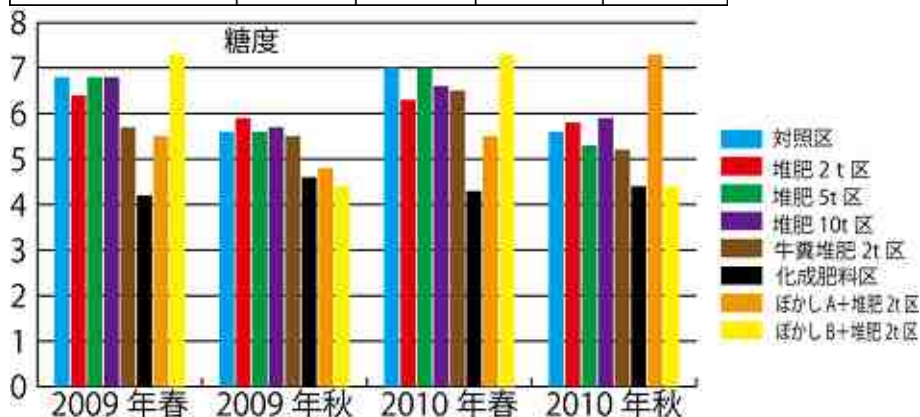
注)

- 1.各試験区平均的生育のものを 5 個体平均で調査
- 2.収穫はおおむね 25 cm の葉長程度で実施

糖度

	2009年春	2009年秋	2010年春	2010年秋
対照区（無肥料）	6.8	5.6	7.0	5.6
堆肥 2 t 区	6.4	5.9	6.3	5.8
堆肥 5 t 区	6.8	5.6	7.0	5.3
堆肥 10 t 区	6.8	5.7	6.6	5.9
牛糞堆肥 2 t 区	5.7	5.5	6.5	5.2
化成肥料区	4.2	4.6	4.3	4.4
ぼかし A+堆肥 2t 区	5.5	4.8	5.5	4.8
ぼかし B+堆肥 2t 区	7.3	4.4	7.3	4.4

糖度は、2009年、2010年の春作、秋作とも化成肥料区と比較して堆肥区が高い。

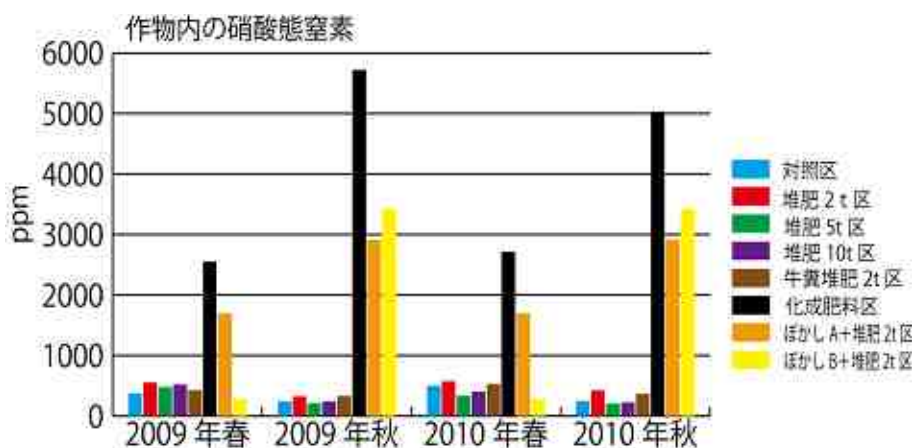


作物内の硝酸態窒素

単位 ppm

	2009年春	2009年秋	2010年春	2010年秋
対照区（無肥料）	376	243	502	248
堆肥 2 t 区	553	323	576	424
堆肥 5 t 区	477	215	335	206
堆肥 10 t 区	519	240	403	224
牛糞堆肥 2 t 区	428	330	529	366
化成肥料区	2,547	5,720	2,716	5,028
ぼかし A+堆肥 2t 区	1,698	2,920	1,698	2,920
ぼかし B+堆肥 2t 区	279	3,420	279	3,420

硝酸態窒素は、春作、秋作とも化成肥料区と比較して堆肥区がかなり低い。



平成 22 年コマツナ各試験区別収穫後の土壌養分分析結果

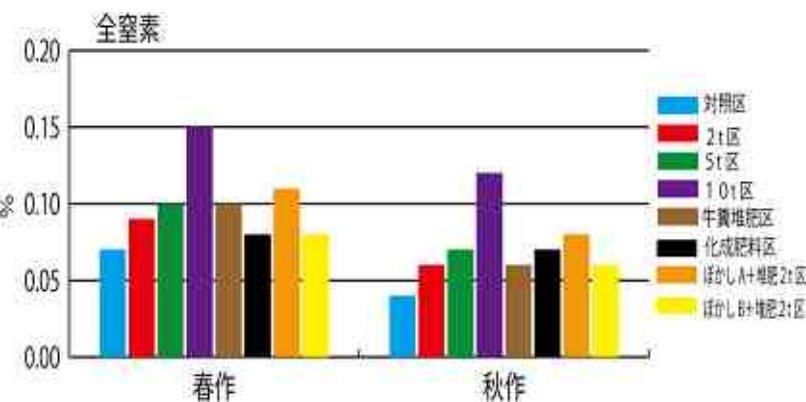
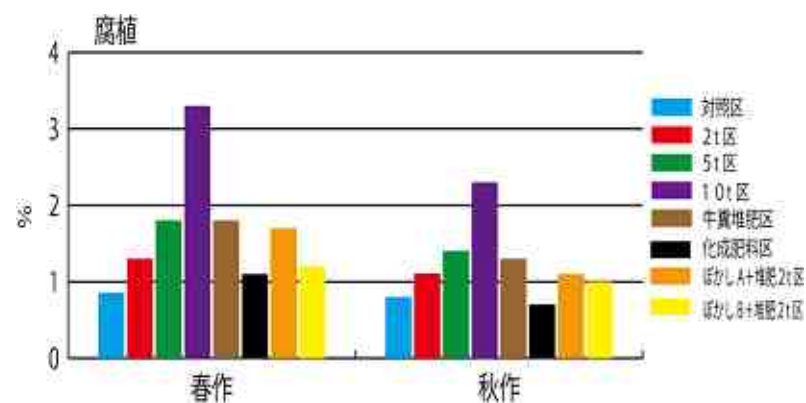
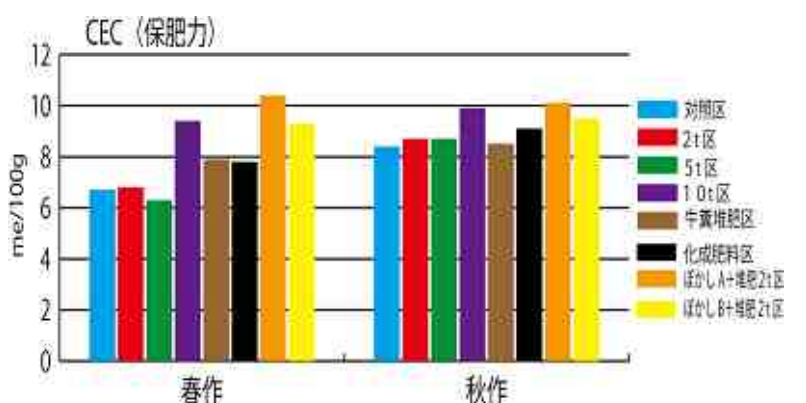
試験区	磷酸吸収係数		CEC(保肥力) (me/100g)		腐植 (%)		全窒素 (%)	
	春作	秋作	春作	秋作	春作	秋作	春作	秋作
対照区(無肥料)	405	—	6.7	8.4	0.85	0.8	0.07	0.04
堆肥 2 t 区	376	—	6.8	8.7	1.3	1.1	0.09	0.06
堆肥 5 t 区	372	—	6.3	8.7	1.8	1.4	0.10	0.07
堆肥 10 t 区	373	—	9.4	9.9	3.3	2.3	0.15	0.12
牛糞堆肥 2 t 区	392	—	7.9	8.5	1.8	1.3	0.10	0.06
化成肥料区	315	—	7.8	9.1	1.1	0.7	0.08	0.07
ぼかし A+堆肥 2t 区	396	—	10.4	10.1	1.7	1.1	0.11	0.08
ぼかし B+堆肥 2t 区	494	—	9.3	9.5	1.2	1.0	0.08	0.06

対照区と比較して、堆肥区、ぼかし肥料区の地力関係項目(CEC【保肥力】、腐植含量、全窒素含量)は向上している、特に堆肥区の地力は高まっている。

化成肥料区については、堆肥区、ぼかし区と比較して地力の高まりは少なく、対照区よりやや向上している程度となっている。

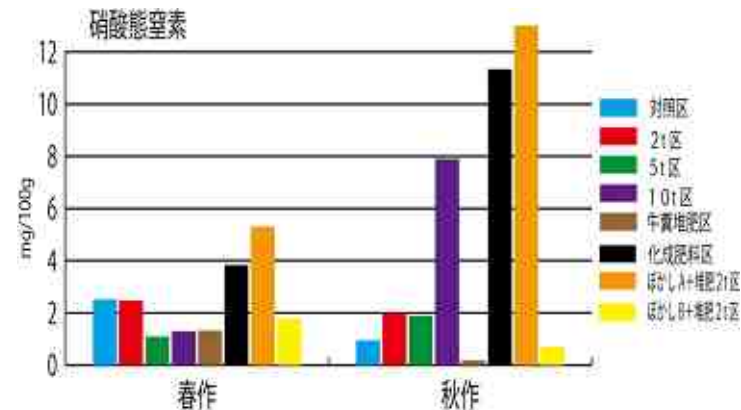
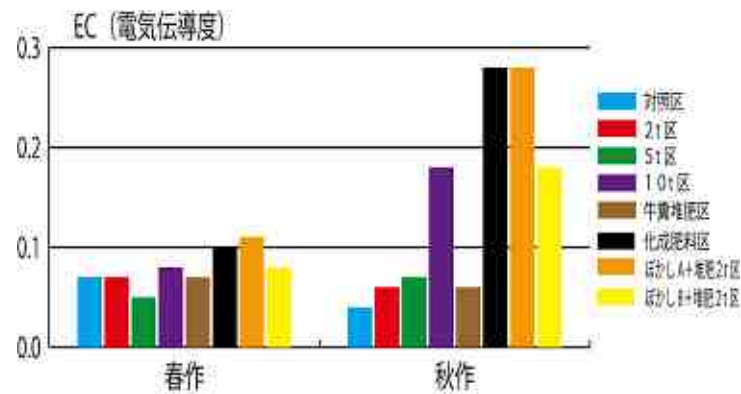
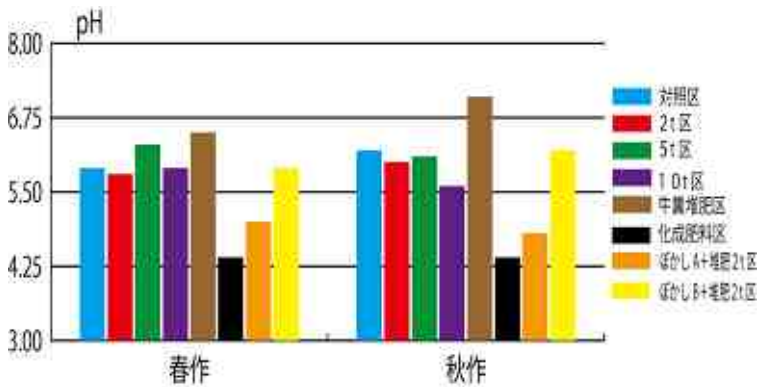
堆肥の施用量別には、堆肥の施用量の多い区の腐植含量の高まりが高く、特に堆肥 10t 区の腐植含量が最も高い。

各区とも全般に春作後の腐植含量や全窒素含量は高いが秋作後は低下している。地温の向上に伴い、有機物が分解したものと考えられる。



平成 22 年春作後と秋作後の土壌養分の変化

試験区	pH		EC (電気伝導度)		硝酸態窒素 (mg/100g)		アンモニア態窒素 (mg/100g)		可給態リン酸 (mg/100g)		交換性加里		交換性苦土		交換性石灰		塩基飽和度 (%)	
	春作	秋作	春作	秋作	春作	秋作	春作	秋作	春作	秋作	春作	秋作	春作	秋作	春作	秋作	春作	秋作
対照区 (無肥料)	5.9	6.2	0.07	0.04	2.51	0.95	0.86	0.66	11.2	7.2	26.1	14.8	28.1	22.7	125.1	103.7	95.6	62.2
堆肥 2 t 区	5.8	6.0	0.07	0.06	2.47	1.99	0.79	0.62	12.8	10.3	26.5	15.5	30.1	30.3	127.0	121.7	97.1	71.1
堆肥 5 t 区	6.3	6.1	0.05	0.07	1.09	1.87	1.29	0.62	13.3	11.8	29.9	18.7	28.4	22.1	134.8	110.1	93.0	62.0
堆肥 10 t 区	5.9	5.6	0.08	0.18	1.29	7.90	2.40	0.68	28.9	22.8	43.9	28.2	21.1	17.8	169.7	137.0	85.8	65.2
牛糞堆肥 2 t 区	6.5	7.1	0.07	0.06	1.32	0.17	0.96	0.52	18.5	17.9	40.9	21.4	38.7	31.5	164.9	131.2	110.4	79.2
化成肥料区	4.4	4.4	0.10	0.28	3.83	11.33	1.16	13.20	22.6	23.3	41.9	37.3	11.8	8.4	65.3	46.7	49.1	31.9
ぼかし A+堆肥 2t 区	5.0	4.8	0.11	0.28	5.30	13.00	1.22	1.04	31.4	30.8	45.6	29.9	24.3	21.9	154.2	131.1	74.0	63.6
ぼかし B+堆肥 2t 区	5.9	6.2	0.08	0.18	1.17	3.88	0.70	0.50	110.1	82.0	35.5	24.3	49.3	40.6	176.0	158.5	101.4	85.7

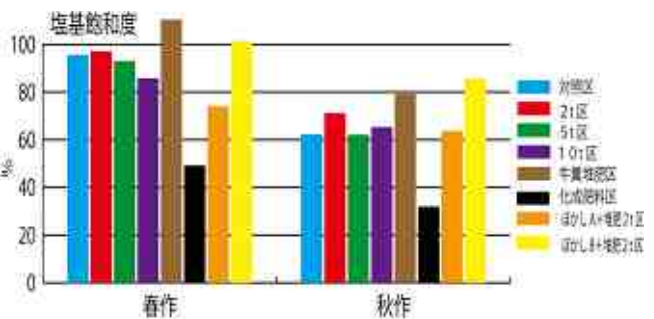
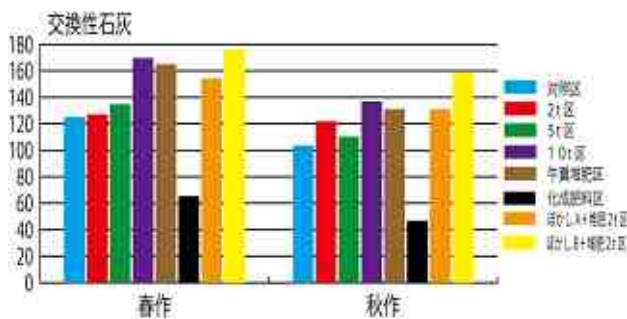
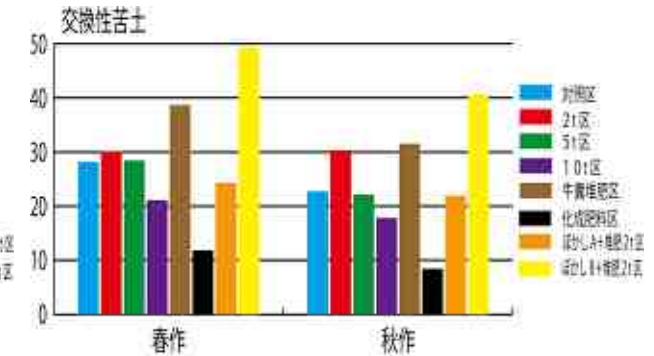
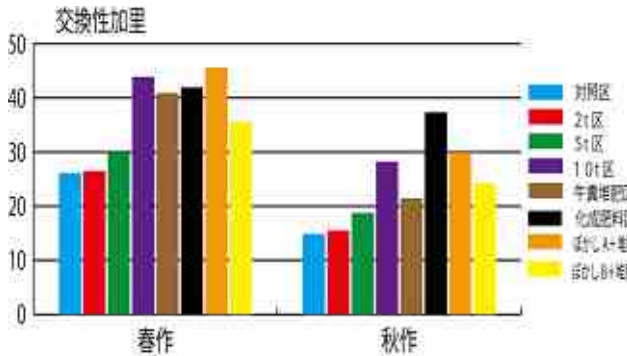
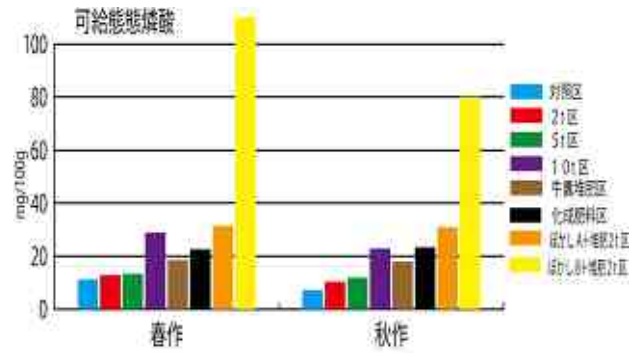
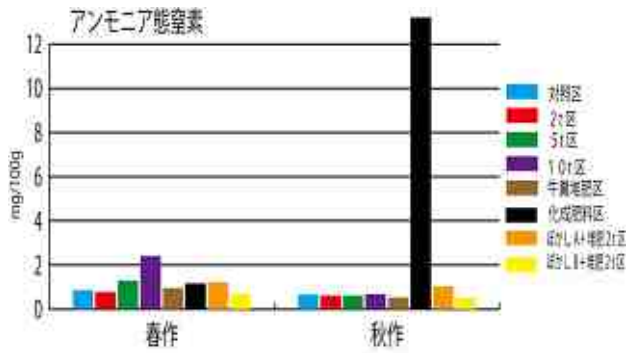


pH は、化成肥料区で低下しているが、その他の試験区はさほど変化ない。化成区の低さは、硝酸態窒素の発現がその要因となっている。

無機態窒素（硝酸態窒素、アンモニア態窒素）の発現は、化成肥料区が最も高く、次いでぼかし肥料 A+堆肥 2t 区となっていて、これがコマツナの生育、品質に大きく影響している。

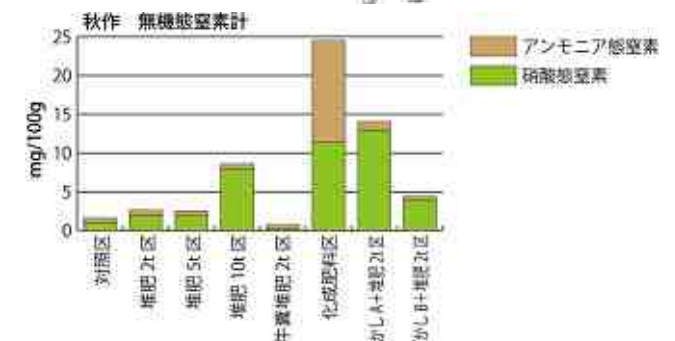
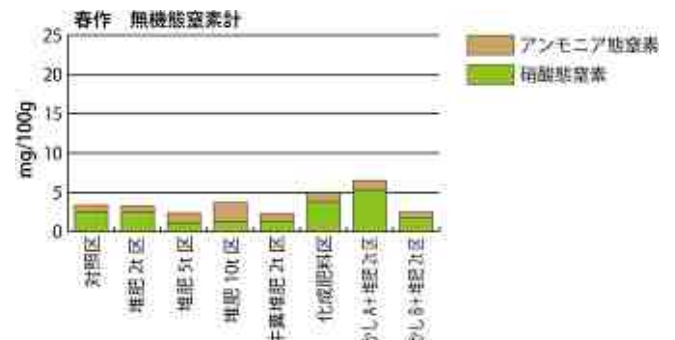
秋作で無機態窒素の発現が多いのは、秋作の生育初期が地温の高い時期で有機物が分解し、地力窒素が発現したためである。

リン酸、塩基類は堆肥区、ぼかし肥料区で増加している。化成肥料区は、苦土、石灰を含まないので対照区より減少している。



(参考) 2010年春作後と秋作後の無機態窒素の変化

試験区	無機態窒素計 (mg/100g)		硝酸態窒素 (mg/100g)		アンモニア態窒素 (mg/100g)	
	春作後	秋作後	春作後	秋作後	春作後	秋作後
対照区 (無肥料)	3.37	1.61	2.51	0.95	0.86	0.66
堆肥 2 t 区	3.26	2.61	2.47	1.99	0.79	0.62
堆肥 5 t 区	2.38	2.49	1.09	1.87	1.29	0.62
堆肥 10 t 区	3.69	8.58	1.29	7.90	2.40	0.68
牛糞堆肥 2 t 区	2.28	0.69	1.32	0.17	0.96	0.52
化成肥料区	4.99	24.53	3.83	11.33	1.16	13.20
ぼかし A+堆肥 2t 区	6.52	14.04	5.30	13.0	1.22	1.04
ぼかし B+堆肥 2t 区	2.47	4.38	1.17	3.88	0.70	0.50



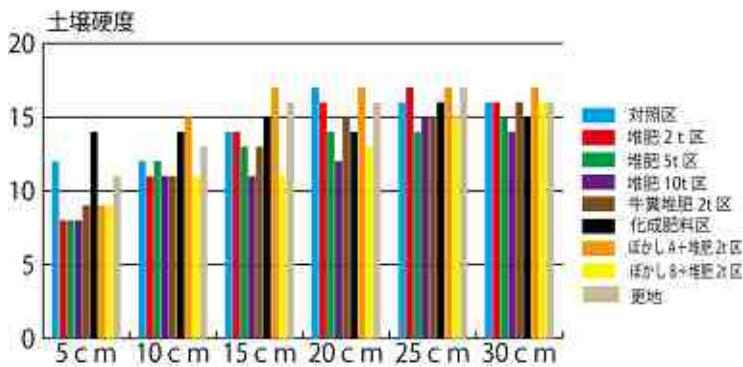
2年目の秋作収穫後の土壌硬度（山中式硬度計）

	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm	30cm
対照区（無肥料）	12	12	14	17	16	16
堆肥2 t区	8	11	14	16	17	16
堆肥5 t区	8	12	13	14	14	15
堆肥10 t区	8	11	11	12	15	14
牛糞堆肥2 t区	9	11	13	15	15	16
化成肥料区	14	14	15	14	16	15
ぼかしA+堆肥2t区	9	15	17	17	17	17
ぼかしB+堆肥2t区	9	11	11	13	15	16
更地	11	13	16	16	17	16

2010年、秋作の終了後、土壌硬度の調査を行った。作土について堆肥区は化成肥料区と比較して土壌硬度が低くなっており、物理性は改善されている。

また、化成肥料区は対照区と比較して作土の土壌がやや硬くなっている。

堆肥の施用量別については、2年間の試験では明確ではなかった。



数値が高いほど、土壌が硬いことを示している。

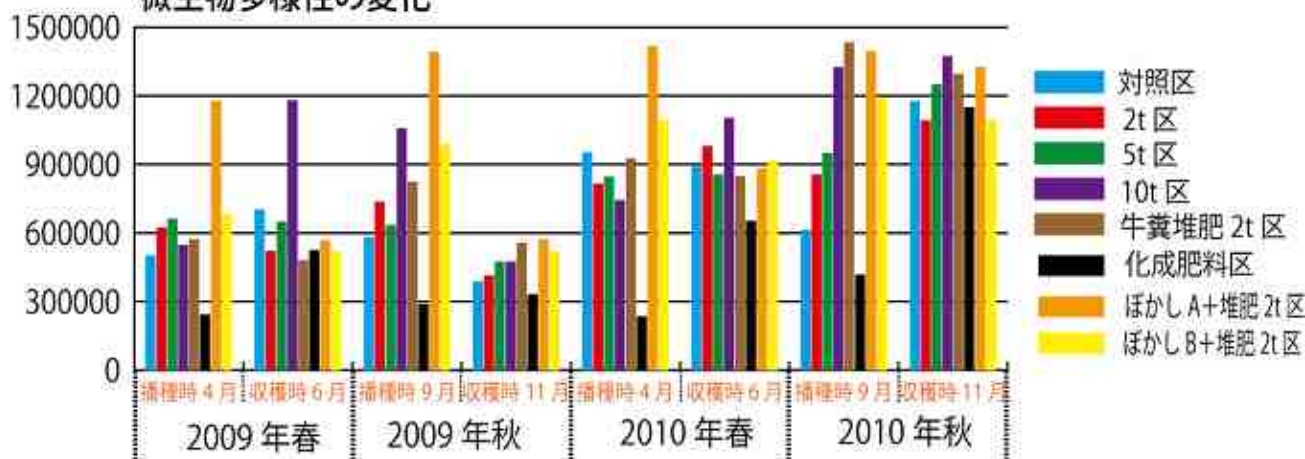


土壌硬度調査の様子

微生物多様性の変化

試験区	2009 年春		2009 年秋		2010 年春		2010 年秋	
	播種時 4月	収穫時 6月	播種時 9月	収穫時 11月	播種時 4月	収穫時 6月	播種時 9月	収穫時 11月
対照区（無肥料）	501,991	701,509	579,928	387,122	952,519	890,756	612,492	1,177,659
堆肥 2 t 区	624,120	520,212	735,830	413,925	815,940	980,129	856,989	1,092,242
堆肥 5 t 区	661,281	649,898	634,133	474,327	845,946	855,669	950,373	1,250,131
堆肥 10 t 区	546,959	1,179,821	1,057,746	474,419	743,974	1,101,795	1,325,611	1,372,625
牛糞堆肥 2 t 区	572,627	481,295	823,461	555,928	926,490	848,084	(1,433,633)	1,296,058
化成肥料区	243,163	524,130	288,656	331,996	234,630	653,179	417,308	1,150,073
ぼかし A+堆肥 2t 区	1,178,330	567,139	1,391,933	572,128	1,417,089	884,199	1,395,131	1,326,923
ぼかし B+堆肥 2t 区	683,559	519,925	989,066	519,380	1,091,507	917,957	1,191,475	1,096,780

微生物多様性の変化



播種時点での微生物の多様性は、1年目と比較して2年目で増加している。

堆肥区とぼかし肥料区での微生物多様性が高く、化成肥料区で低い。化成肥料区は、対照区と比較しても微生物多様性が低くなってきている。

堆肥区では、堆肥施用量の多い区ほど多様性が高くなる傾向が見られ、堆肥 10t 区の微生物の多様性が特に高かった。ぼかし肥料区では、窒素成分の高いぼかし肥料 A 区が高い。

春作と秋作においては、各堆肥区、ぼかし肥料区とも地温が上がる秋作で高い。ぼかし肥料 + 堆肥 A 区は、作付開始時点から各区の中で最も高く、2年目もその傾向は継続している。

収穫時の微生物多様性は、1年目と比較して2年目で全体的に増加してきている。

堆肥区とぼかし肥料区で微生物多様性が高く、化成肥料区で低い傾向がある。この差は、播種時点よ

り格差が縮小している。

堆肥施用量による微生物多様性の相違は、播種時点と同じで、堆肥施用量の多い区において高い傾向が見られるが、播種時点より格差は縮小している。

春作と秋作では、1年目は明確でなかったが、2年目は各区とも秋作の微生物多様性が高い。

試験区	2010年春作後微生物多様性	
	非根圏	根圏
対照区（無肥料）A	660,252	841,991
対照区（無肥料）B	742,765	1,054,316
堆肥2t区A	670,598	856,365
堆肥2t区B	369,825	636,177
堆肥5t区A	593,561	569,421
堆肥5t区B	706,235	1,048,522
堆肥10t区A	550,490	1,231,586
堆肥10t区B	1,809,151	1,414,803
牛糞堆肥2t区A	429,359	766,541
牛糞堆肥2t区B	533,231	745,096
化成肥料区A	791,083	722,445
化成肥料区B	258,177	876,468
ぼかしA+堆肥2t区	567,139	1,264,595
ぼかしB+堆肥2t区	519,925	746,470

根圏と非根圏の微生物多様性は、根圏の微生物多様性が高い傾向が見られた。



堆肥区のコマツナ収量については、堆肥施用量の相違よりも春作、秋作による収量格差が大きく、2009年、2010年とも秋作の収量が多い。その要因としては、有機物が分解して発現する地力窒素（アンモニア態窒素と硝酸態窒素）の量が低温期の春作は少なく、秋作では高温期を経ることから多く発現したことがあげられる。

化成肥料区とぼかし肥料+堆肥区は、春作の収量は多かったが、秋作は1/5程度に低下した。ぼかし肥料+堆肥区の収量については、特に即効性の油粕等を原料としたぼかし肥料A区は、初年度の春作から化成肥料区並みの収量が得られた。これはぼかし肥料A区の無機態窒素の発現が低温期でも安定して発現していたことがその要因としてあげられる。

コマツナの品質については、硝酸態窒素濃度は各堆肥区が少なく、化成肥料区が最も高かった。ぼかし肥料区は、両者の中間の数値となっている。糖度は、化成肥料区と比べ各堆肥区は高かった。作別には、糖度は春作が秋作と比較してやや高かった。

硝酸態窒素については、春作より秋作の土壌中窒素の発現が多いにも関わらず葉の硝酸態窒素濃度が少なかった。この傾向は、2009年、2010年とも同様であった。

堆肥区では対照区と比較して作土の土壌は軟らかになっているが、化成肥料区はやや土壌が硬くなっている。2年間では、堆肥施用量の相違による物理性改善の効果は明確ではない。

播種時点、収穫時点での微生物多様性は、1年目と比較して2年目で増加している。

堆肥区とぼかし肥料区で微生物多様性が高く、化成肥料区で低い。堆肥区では、堆肥施用量の多い区ほど多様性が高い。ぼかし肥料区では窒素成分の高いぼかし肥料A区が高い。

春作と秋作の微生物多様性は各堆肥区、ぼかし肥料区とも地温が上がる秋作で高い。

土壌中の窒素成分の変化がコマツナの収量、品質に最も大きな影響を及ぼす。収量向上には即効性の化成肥料の効果が高いが、葉の硝酸態窒素濃度、糖度については、堆肥のように緩効的に効くものがよい。

堆肥施用の課題は、地温の低い時期の生育が悪いこと、コマツナの安定生産までに時間がかかることである。この問題は、堆肥連用により地力が高まるにつれ、改善されてくるものと考えられる。

ぼかし肥料は（特に窒素成分の多いぼかしA）は、化成肥料と遜色ない収量が得られているにも関わらず葉の硝酸態窒素濃度が低いという特色がある。

地力の低い圃場で早急に収量を上げていく必要がある場合、ぼかし肥料(特に窒素成分の高いぼかし肥料)と堆肥を併用すれば効果が高いことが明らかになった

土壌中の微生物多様性については、堆肥区やぼかし肥料区でこれらの連用により高まってくる。微生物多様性は、堆肥施用量と密接な関係があり、堆肥施用量の多い区が高く、また窒素成分の多いぼかし肥料区が高い。

コマツナの硝酸態窒素濃度や糖度との関係では、土壌中窒素濃度との関係も大きいですが、微生物多様性の高い区の硝酸態窒素濃度が低く、糖度も高いという結果になっている。

窒素は微生物の繁殖に重要で、その餌となる窒素を多く含む有機物を多く与えることは微生物の多様性を高めることにもなると考えられる。

土壌の物理性については、化成肥料区で土壌が硬くなっており、土壌養分でも苦土、石灰が減少してきていることから、化成肥料のみの栽培では先々コマツナの生育が悪くなっていくと考えられる。

資料

調査研究に使用した食品リサイクル堆肥 『有機みえ』の成分分析



資料

使用した堆肥の分析

2006 年春作

No.05-e00272

No.05-e00273

2006 年 2 月 16 日作成

分析 株式会社中部環境技術センター

測定項目	測定結果	測定方法
窒素全量	2.01%	肥料分析法 (硫酸法)
リン酸全量	1.09%	肥料分析法 (バナドモリブデン酸アンモニウム法)
加里全量	0.84%	肥料分析法 (ICP 発光分光分析法)
炭素窒素比	19.1	
水銀又はその化合物	<0.0005mg/ℓ	昭和 46 年環告第 59 号付表 1
カドミウム又はその化合物	<0.01mg/ℓ	JIS K 0102 55.1
鉛又はその化合物	<0.01mg/ℓ	JIS K 0102 54.1
砒素又はその化合物	<0.01mg/ℓ	JIS K 0102 61.1
六価クロム又はその化合物	<0.02mg/ℓ	JIS K 0102 65.2.2
セレン又はその化合物	<0.01mg/ℓ	JIS K 0102 67.2

No 堆肥 060301

2006 年 3 月 23 日作成

分析 株式会社酵素の世界社

分析試験項目	分析結果	目標値	分析結果コメント
pH (酸度)	6.0	6.0~8.0	問題ありません
EC (電気伝導度)	3.41	mS/cm 0.2~1.5	やや高いので注意が必要です
NH ₄ -N (アンモニア態窒素)	14.8	合計 70 以下	問題ありません
NO ₃ -N (硝酸態窒素)	24.5		
P ₂ O ₅ (有効態リン酸)	250	mg/100g 300~1000	問題ありません
K ₂ O (交換性カリウム)	421.2	mg/100g 150~500	問題ありません
CaO (交換性カルシウム)	417	mg/100g 300~2500	問題ありません
MgO (交換性マグネシウム)	54.3	mg/100g 100~500	問題ありません

資料

使用した堆肥の分析

2006 年秋作

No.06-e00107

2006 年 8 月 18 日作成

分析 株式会社中部環境技術センター

測定項目	測定結果	測定方法
窒素全量	2.42%	肥料分析法 (硫酸法)
リン酸全量	1.23%	肥料分析法 (バナドモリブデン酸アンモニウム法)
加里全量	1.20%	肥料分析法 (ICP 発光分光分析法)
炭素窒素比	17.5	
水銀又はその化合物	<0.0005mg/ℓ	昭和 46 年環告第 59 号付表 1
カドミウム又はその化合物	<0.01mg/ℓ	JIS K 0102 55.1
鉛又はその化合物	<0.01mg/ℓ	JIS K 0102 54.1
砒素又はその化合物	<0.01mg/ℓ	JIS K 0102 61.2
六価クロム又はその化合物	<0.02mg/ℓ	JIS K 0102 65.2.2
セレン又はその化合物	<0.01mg/ℓ	JIS K 0102 67.2

No 堆肥 060806

2006 年 8 月 25 日作成

分析 株式会社酵素の世界社

分析試験項目	分析結果	目標値	分析結果コメント
pH (酸度)	6.0	6.0~8.0	問題ありません
EC (電気伝導度)	1.44	mS/cm 0.2~1.5	問題ありません
NH ₄ -N (アンモニア態窒素)	3.2	合計 70 以下	問題ありません
NO ₃ -N (硝酸態窒素)	0.2		
P ₂ O ₅ (有効態リン酸)	132	mg/100g 300~1000	低いですが、問題ありません
K ₂ O (交換性カリウム)	41.0	mg/100g 150~500	低いですが、問題ありません
CaO (交換性カルシウム)	184	mg/100g 300~2500	低いですが、問題ありません
MgO (交換性マグネシウム)	38.9	mg/100g 100~500	低いですが、問題ありません

資料

使用した堆肥の分析

2007 年春作

No.06-e00422

分析 株式会社中部環境技術センター

2007 年 3 月 12 日作成

測定項目	測定結果	測定方法
窒素全量	2.15%	肥料分析法 (硫酸法)
リン酸全量	1.64%	肥料分析法 (バナドモリブデン酸アンモニウム法)
加里全量	0.80%	肥料分析法 (ICP 発光分光分析法)
炭素窒素比	20.7	
水銀又はその化合物	<0.0005mg/ℓ	昭和 46 年環告第 46 号
カドミウム又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
鉛又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
砒素又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
六価クロム又はその化合物	<0.02mg/ℓ	〃
セレン又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃

No 堆肥 070303

2007 年 3 月 3 日作成

分析 株式会社酵素の世界社

分析試験項目	分析結果	目標値	分析結果コメント
pH (酸度)	7.2	6.0~8.0	問題ありません
EC (電気伝導度)	2.45	mS/cm 0.2~1.5	高いので注意が必要です
NH ₄ -N (アンモニア態窒素)	74	mg/100g 合計 70 以下	アンモニア態窒素が高くなっています。EC が高くなっている原因と思われます
NO ₃ -N (硝酸態窒素)	13.2	mg/100g	
P ₂ O ₅ (有効態リン酸)	145	mg/100g 300~1000	低いですが、問題ありません
K ₂ O (交換性カリウム)	378	mg/100g 150~500	問題ありません
CaO (交換性カルシウム)	167	mg/100g 300~2500	低いですが、問題ありません
MgO (交換性マグネシウム)	44.7	mg/100g 100~500	低いですが、問題ありません

資料

使用した堆肥の分析

2007 年秋作

No.06-e00206

分析 株式会社中部環境技術センター

2007 年 9 月 28 日作成

測定項目	測定結果	測定方法
窒素全量	1.77%	肥料分析法 (硫酸法)
リン酸全量	0.70%	肥料分析法 (バナドモリブデン酸アンモニウム法)
加里全量	0.72%	肥料分析法 (ICP 発光分光分析法)
炭素窒素比	26.3	
水銀又はその化合物	<0.0005mg/ℓ	昭和 46 年環告第 46 号
カドミウム又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
鉛又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
砒素又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
六価クロム又はその化合物	<0.02mg/ℓ	〃
セレン又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃

No 堆肥 070901

2007 年 9 月 6 日作成

分析 株式会社酵素の世界社

分析試験項目	分析結果	目標値	分析結果コメント
pH (酸度)	6.1	6.0~8.0	問題ありません
EC (電気伝導度)	1.65	mS/cm 0.2~1.5	アンモニア態窒素、硝酸態窒素の影響で高くなっています
NH ₄ -N (アンモニア態窒素)	28.5	mg/100g 合計 70 以下	硝酸態窒素よりアンモニア態窒素が高くなっています
NO ₃ -N (硝酸態窒素)	20.3	mg/100g	
P ₂ O ₅ (有効態リン酸)	148.0	mg/100g 300~1000	低いですが、問題ありません
K ₂ O (交換性カリウム)	214.5	mg/100g 150~500	問題ありません
CaO (交換性カルシウム)	120	mg/100g 300~2500	低いですが、問題ありません
MgO (交換性マグネシウム)	37.5	mg/100g 100~500	低いですが、問題ありません

資料

使用した堆肥の分析

2008 年春作

No.07-e00414

分析 株式会社中部環境技術センター

2008 年 3 月 12 日作成

測定項目	測定結果	測定方法
窒素全量	1.82%	肥料分析法（硫酸法）
リン酸全量	0.89%	肥料分析法（バナドモリブデン酸アンモニウム法）
加里全量	0.73%	肥料分析法（ICP 発光分光分析法）
炭素窒素比	23.8	
水銀又はその化合物	<0.0005mg/ℓ	昭和 46 年環告第 46 号
カドミウム又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
鉛又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
砒素又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
六価クロム又はその化合物	<0.02mg/ℓ	〃
セレン又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃

No 堆肥 080304

2008 年 3 月 4 日作成

分析 株式会社酵素の世界社

分析試験項目	分析結果		目標値	分析結果コメント
pH（酸度）	6.9		6.0~8.0	問題ありません
EC（電気伝導度）	2.24	mS/cm	0.2~1.5	高いので注意が必要です
NH ₄ -N（アンモニア態窒素）	27.3	mg/100g	合計 70 以下	問題ありませんが、やや高窒素肥料となっています
NO ₃ -N（硝酸態窒素）	36.9	mg/100g		
P ₂ O ₅ （有効態リン酸）	164.0	mg/100g	300~1000	問題ありません
K ₂ O（交換性カリウム）	308.0	mg/100g	150~500	問題ありません
CaO（交換性カルシウム）	231	mg/100g	300~2500	問題ありません
MgO（交換性マグネシウム）	48.4	mg/100g	100~500	問題ありません

資料

使用した堆肥の分析

2008 年秋作

No.08-e00141

分析 株式会社中部環境技術センター

2008 年 9 月 18 日作成

測定項目	測定結果	測定方法
窒素全量	1.73%	肥料分析法（硫酸法）
リン酸全量	0.78%	肥料分析法（バナドモリブデン酸アンモニウム法）
加里全量	0.68%	肥料分析法（ICP 発光分光分析法）
炭素窒素比	28.3	
水銀又はその化合物	<0.0005mg/ℓ	昭和 46 年環告第 46 号
カドミウム又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
鉛又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
砒素又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
六価クロム又はその化合物	<0.02mg/ℓ	〃
セレン又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃

No 堆肥 080909

2008 年 9 月 8 日作成

分析 株式会社酵素の世界社

分析試験項目	分析結果		目標値	分析結果コメント
pH（酸度）	5.1		6.0~8.0	やや酸性に傾いています
EC（電気伝導度）	3.56	mS/cm	0.2~1.5	高いので施用量に注意が必要です
NH ₄ -N（アンモニア態窒素）	4.2	mg/100g	合計 70 以下	アンモニア態窒素より硝酸態窒素が高く、熟度は進んでいると思われます
NO ₃ -N（硝酸態窒素）	25.7	mg/100g		
P ₂ O ₅ （有効態リン酸）	468.0	mg/100g	300~1000	問題ありません
K ₂ O（交換性カリウム）	325.0	mg/100g	150~500	問題ありません
CaO（交換性カルシウム）	501	mg/100g	300~2500	問題ありません
MgO（交換性マグネシウム）	83.4	mg/100g	100~500	やや低いですが、問題ありません

資料

使用した堆肥の分析

2009 年春作

No.08-e00329

分析 株式会社中部環境技術センター

2009 年 2 月 20 日作成

測定項目	測定結果	測定方法
窒素全量	1.74%	肥料分析法（硫酸法）
リン酸全量	0.85%	肥料分析法（バナドモリブデン酸アンモニウム法）
加里全量	0.47%	肥料分析法（ICP 発光分光分析法）
炭素窒素比	25.5	—
含水率	51.6%	重量法（105℃）
苦土	0.15%	肥料分析法（ICP 発光分光分析法）
食塩	1.1%	—
粗脂肪	0.48%	—
電気伝導率	2.4mS/cm	肥料分析法（電気伝導率計量）
pH	6.5（15℃）	肥料分析法（ガラス電極法）
水銀又はその化合物	<0.0005mg/ℓ	昭和 46 年環告第 46 号
カドミウム又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
鉛又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
砒素又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃
六価クロム又はその化合物	<0.02mg/ℓ	〃
セレン又はその化合物	<0.01mg/ℓ	〃

資料

使用した堆肥の分析

2009 年秋作

No.09-e00230

分析 株式会社中部環境技術センター

2009 年 9 月 25 日作成

測定項目	測定結果	測定方法
窒素全量	1.94%	肥料分析法（硫酸法）
リン酸全量	0.90%	肥料分析法（バナドモリブデン酸アンモニウム法）
加里全量	0.43%	肥料分析法（ICP 発光分光分析法）
炭素窒素比	24.2	—
含水率	52.4%	重量法（105℃）
苦土	0.13%	肥料分析法（ICP 発光分光分析法）
食塩	1.0%	—
粗脂肪	0.32%	—
電気伝導率	3.6mS/cm	肥料分析法（電気伝導率計量）
pH	6.6（25℃）	肥料分析法（ガラス電極法）
水銀又はその化合物	<0.0005mg/ℓ	昭和 46 年環告第 46 号
カドミウム又はその化合物	<0.005mg/ℓ	〃
鉛又はその化合物	<0.005mg/ℓ	〃
砒素又はその化合物	<0.001mg/ℓ	〃
六価クロム又はその化合物	<0.005mg/ℓ	〃
セレン又はその化合物	<0.001mg/ℓ	〃

資料

使用した堆肥の分析

2010年春作

No.10e-00018

分析 株式会社中部環境技術センター

2010年4月21日作成

測定項目	測定結果	測定方法
窒素全量	1.75%	肥料分析法（硫酸法）
リン酸全量	1.04%	肥料分析法（バナドモリブデン酸アンモニウム法）
加里全量	0.59%	肥料分析法（ICP 発光分光分析法）
炭素窒素比	22.8	—
含水率	46.0%	重量法（105℃）
苦土	0.15%	肥料分析法（ICP 発光分光分析法）
食塩	0.21%	—
粗脂肪	0.03%	—
電気伝導率	3.5mS/cm	肥料分析法（電気伝導率計量）
pH	5.6（20℃）	肥料分析法（ガラス電極法）
水銀又はその化合物	<0.0005mg/ℓ	昭和46年環告第46号
カドミウム又はその化合物	<0.005mg/ℓ	〃
鉛又はその化合物	<0.005mg/ℓ	〃
砒素又はその化合物	<0.005mg/ℓ	〃
六価クロム又はその化合物	<0.005mg/ℓ	〃
セレン又はその化合物	<0.005mg/ℓ	〃

資料

使用した堆肥の分析

2010年秋作

No.10e-00313

分析 株式会社中部環境技術センター

2010年9月28日作成

測定項目	測定結果	測定方法
窒素全量	1.66%	肥料分析法（硫酸法）
リン酸全量	0.84%	肥料分析法（バナドモリブデン酸アンモニウム法）
加里全量	0.67%	肥料分析法（ICP 発光分光分析法）
炭素窒素比	25.9	—
含水率	53.2%	重量法（105℃）
苦土	0.15%	肥料分析法（ICP 発光分光分析法）
食塩	0.03%	—
粗脂肪	0.02%	—
電気伝導率	3.5mS/cm	肥料分析法（電気伝導率計量）
pH	7.6（26℃）	肥料分析法（ガラス電極法）
カドミウム	<0.00005%	肥料分析法
鉛	<0.001%	〃
クロム	<0.005%	〃
砒素	<0.0005%	〃
水銀	<0.00002%	〃
ニッケル	<0.003%	〃

資料

牛糞堆肥と独自ぼかし肥料の成分

(財団法人日本土壌協会の調査で使用)

牛糞堆肥 (秋津緑一番)
製造 野瀬牧場

窒素	0.81%
リン酸	0.65%
加里	1.72%
炭素窒素比	31.0

ぼかし肥料 A

No.10e-00314

分析 株式会社中部環境技術センター

2010年9月28日作成

測定項目	測定結果	測定方法
窒素全量	1.51%	肥料分析法 (硫酸法)
リン酸全量	1.48%	肥料分析法 (バナドモリブデン酸アンモニウム法)
加里全量	0.66%	肥料分析法 (ICP 発光分光分析法)
苦土全量	0.32%	肥料分析法 (ICP 発光分光分析法)
石灰全量	2.15%	肥料分析法 (ICP 発光分光分析法)

ぼかし肥料 B

No.10e-00315

分析 株式会社中部環境技術センター

2010年9月28日作成

測定項目	測定結果	測定方法
窒素全量	0.92%	肥料分析法 (硫酸法)
リン酸全量	2.54%	肥料分析法 (バナドモリブデン酸アンモニウム法)
加里全量	0.77%	肥料分析法 (ICP 発光分光分析法)
苦土全量	0.77%	肥料分析法 (ICP 発光分光分析法)
石灰全量	5.21%	肥料分析法 (ICP 発光分光分析法)



有限会社 三功

〒514-1138 三重県津市戸木町 5012
TEL 059-255-5597 FAX 059-256-7550

✉ sanko@mie.email.ne.jp

🌐 <http://www.sankoh35.co.jp/>



農業法人 酵素の里

〒514-1101 三重県津市久居明神町 1499
TEL & FAX 059-255-1015

✉ [jyunkanyasai@kousonosato.co.jp](mailto: jyunkanyasai@kousonosato.co.jp)

🌐 <http://www.kousonosato.co.jp>