

果菜類生産において堆肥を有効に使うために

有機性液肥の追肥効果について

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

高収益施設野菜研究チーム

野菜茶業研究所
なかの
明正 あきまさ



1 有機質肥料 vs. 化学肥料

環境保全型農業を推進するためには、堆肥の有効利用を図る必要があります。しかし、有機物のみの施用では、植物の生長に見合った養分の供給がなされないため、慣行施肥に比べて十分な収量や品質が得られない場合が多くなります。特に、初作においては土壌中に蓄積された肥料成分が少ないため、堆肥を施用した場合、生育後期は葉色の低下といった、肥料不足にともなうと考えられる著しい外観上の特徴が認められます。

一つの実験例ですが、写真1は化学肥料と有機質肥料を第1表のような量で施用し、栽培を行った結果です。これを見ると、有機質肥料区には化学肥料区の5倍以上の肥料成分が投入されているにもかかわらず、外観上は十分な施肥の効果が出ていません。つまり、化学肥料区の方は全体的に葉色も

よく、上位葉付近においても葉が十分展開しているのに対し、有機質肥料区は第3〜4果房付近で極端に生育が劣っています（中野ら、2006）。

果実総収量ではそれほど大きな差になりませんが、4段目の収量を見ると、化学肥料区の402gに対して有機質肥料区は268gで、明らかに低くなりました。また、果実のチッソ濃度は、有機質肥料区の方が化学肥料区に比べて低く（第1図）、有機質肥料を用いた場合にうまみの少ない果実になっていました。

2 有機質肥料はそのままでは化学肥料には勝てない

実際、第2表の肥効率の例を見ると、牛ふん堆肥はチッソの肥効率が低く、30%程度になっていきます。理論上は、化学肥料の約3倍の施用量であれば、化学肥料と同程度の生育になることが考えられ

ますが、実際はそうではありません。ということとは、有機質肥料から供給される養分が、トマトの必要量に追いついていないと考えられます。それは、先ほど見た事例のように、牛ふん堆肥より肥効率の高い鶏ふん堆肥を混合して、3倍よりさらに多い5・4倍を施用した場合でも、上位葉に行くほど先細りになっている結果に示されています。

この理由には、堆肥の多量施用にともないほかのイオン濃度が上昇しているため、イオンの競合により硝酸イオンが吸収できないか、塩類濃度が高すぎてイオン吸収が阻害されている可能性が考えられます。しかし、いずれにしても堆肥を増施用して解決できる問題ではなさそうです。

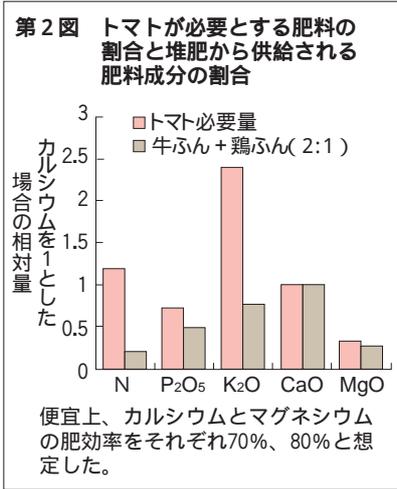
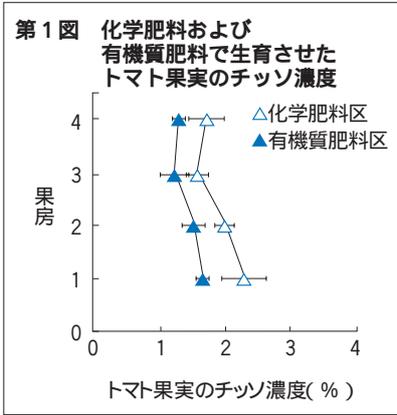
問題の根本は、いかなければ必要と供給のバランスにあると考えます。第3表に、トマト10tの生産

写真1

化学肥料と有機質肥料で育てたトマトの特徴

有機質肥料のみでは全体に葉色が薄く、上位葉の生育が貧弱になる。有機質肥料区は、計算上、混合堆肥（牛ふん堆肥：鶏ふん堆肥 = 2 : 1）を、10a当たり9.8t施用した区である。





第1表 施用した肥料と成分量

(g/株)

| 処理区 | 施用肥料・堆肥 | 肥料原体 施用量 | チッソ (N) | リン酸 (P ₂ O ₅) | カリ (K ₂ O) | カルシウム (CaO) | マグネシウム (MgO) |
|-------|-----------------------|-------------------|------------|---|--------------------------|----------------|-----------------|
| 化学 | CDU化成+石灰苦土肥料 | 60+16 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 4.6 | 2.5 |
| 有機 | 牛ふん堆肥+鶏ふん堆肥 +パーク堆肥 | 875+438 +2,500 | 39.0 | 55.6 | 50.9 | 151.1 | 23.3 |
| 有機/化学 | | | 5.4 | 7.7 | 7.1 | 32.5 | 9.3 |

第2表 肥効率の例

(%)

| 堆肥 | チッソ (N) | リン酸 (P ₂ O ₅) | カリ (K ₂ O) |
|--------------|------------|---|--------------------------|
| 牛ふん | 30 | 60 | 90 |
| 豚ふん | 60 | 60 | 90 |
| 鶏ふん | 70 | 70 | 90 |
| 牛ふん+鶏ふん(2:1) | 43 | 63 | 90 |

(「農林水産バイオサイクル研究」の成果から引用し、改変)

第3表 トマトにおいて10tの収穫物を生産するのに必要な養分吸収量

(kg/10a)

| | 養分吸収量 | | | | |
|-----|------------|---|--------------------------|----------------|-----------------|
| | チッソ (N) | リン酸 (P ₂ O ₅) | カリ (K ₂ O) | カルシウム (CaO) | マグネシウム (MgO) |
| 例1 | 21 | 20 | 48 | 20 | 7 |
| 例2 | 24 | 7 | 43 | 18 | 5 |
| 平均値 | 23 | 14 | 46 | 19 | 6 |

六本木・加藤の記載数値をもとに試算。

第4表 家畜ふん堆肥の化学組成例

| 堆肥 | チッソ (N) | リン酸 (P ₂ O ₅) | カリ (K ₂ O) | カルシウム (CaO) | マグネシウム (MgO) |
|--------------|------------|---|--------------------------|----------------|-----------------|
| 牛ふん | 2.1 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 1.0 |
| 豚ふん | 2.9 | 4.1 | 2.2 | 4.0 | 1.4 |
| 鶏ふん | 2.4 | 5.1 | 2.7 | 11.3 | 1.4 |
| 牛ふん+鶏ふん(2:1) | 2.4 | 3.1 | 2.4 | 5.3 | 1.1 |

(「肥料の事典」から引用し、改変)

3 有機質肥料を活用し 適切に追肥する新しい方法

必要養分吸収量を示しました。このトマトからの要求に見合う形で、第4表に示すさまざまな堆肥により肥料成分を供給するとします。一見、バランスとしてはそれほど問題のないようにも見えます。そして、肥効率を加味して供給量を算出し、需要と照合してみると第2図のようになります。ここでは便宜上カルシウムを1として、肥料成分とのバランスを示しました。これを見ると、チッソ、リン酸、カリのいわゆる3要素が、牛ふん+鶏ふん堆肥から供給される成分では十分にまかなえないことが分かります。ちなみにチッソの充足率は、示した要素中で最低の15%です。逆に、これらの不足している成分を適切に補うことにより、堆肥の肥料成分も有効に利用されると考えられます。

果菜類の要求に合うように堆肥を混合するなり、施肥設計をして化学肥料と併用し、施肥を行うのが王道なのでしょうが、ここではあえて、有機質肥料のみで栽培することを考えます。これは、栽培体系として有機質肥料のみで生育

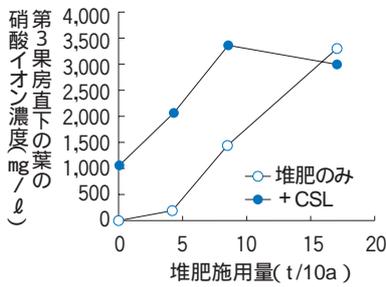
が維持できれば、有機認証への道も開け、さらには未利用有機資源を有効に活用した環境保全型農業という、やりがいのある農業を展開することができると思っただけです。

筆者らは、果菜類のように栄養生長と生殖生長が同時進行する場合、灌水同時施肥(養液土耕)などの時間軸で厳密に施肥量を管理できる施肥法が、最も理にかなうと考えています。この考え方で前記の問題を解決すべく、有機栽培の可能性を模索しました。

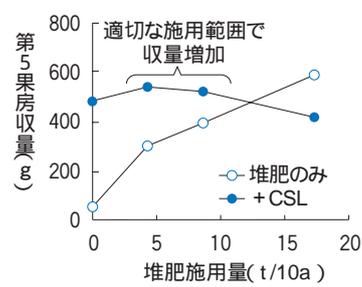
具体的には、有機性液肥をチッソ源として連続的に施用することにより、トマト生産が可能となると考えました。液肥として選定したのは、チッソ・リン酸・カリ^{II} 3・3・2のCSL(コーンステイプリーリカー)です。当研究所の近隣にはトウモロコシ原料の製糖工場があるのですが、全国にある同様の工場では年間15万tものCSLが副産物として生産されており、その新たな活用方法が求められていたからです。

最初に考案したシステムは、カルシウムやマグネシウムといったCSLには含まれない成分を、カ

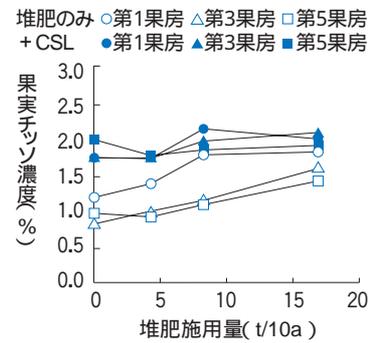
第3図 堆肥の施用量およびCSLによる追肥がトマト葉の硝酸濃度に与える影響



第4図 堆肥の施用量およびCSLによる追肥がトマト果実収量(第5果房)に与える影響



第5図 堆肥の施用量およびCSLによる追肥がトマト果実のチッソ濃度に与える影響



堆肥の増施用によつては、収量の増加は達成できなかつた。その施用上限に関する知見も重要である。そこで、CSLの追肥効果と併せ、堆肥の施用量を変えての検討も行いました。処理区は無肥料区(10a当たり0t)が1区と、牛ふんと鶏ふんを2・1で混合した堆肥を、10a当たりそれぞれ4・2t、8・4t、16・8tの割合で施用した3区(堆肥区)の計4区および、それぞれの区に対してCSLで追肥した区(+C

4 堆肥と液肥による追肥効果の検証(中野ら、2007)

堆肥の増施用によつては、収量の増加は達成できなかつた。その施用上限に関する知見も重要である。そこで、CSLの追肥効果と併せ、堆肥の施用量を変えての検討も行いました。処理区は無肥料区(10a当たり0t)が1区と、牛ふんと鶏ふんを2・1で混合した堆肥を、10a当たりそれぞれ4・2t、8・4t、16・8tの割合で施用した3区(堆肥区)の計4区および、それぞれの区に対してCSLで追肥した区(+C

5 堆肥の増施用とCSLの追肥効果

その結果、堆肥区では施用量の増加にもなつて、葉の硝酸イオン濃度の上昇が認められましたが(第3図)、総収量は同程度でした。ただ、5段目の収量は施肥量が増えるにもなつた増加しました(第4図)。+CSL区においては堆肥区に比べ葉色の緑化が認められましたが、総収量は堆肥区と同程度になりました。糖度は堆肥区が+CSL区に比べて高く、平均0・4Brix%の上昇が認められました。茎および果実のチッソ濃度は、+CSL区が堆肥区に比べて高く(第5図)、同様にアミノ酸濃度も高くなりました。果実のチッソ濃度を高めたそのチッソは、やはりCSL由来したものでしょうか? 果実の¹⁵N値を測定することにより検証したところ(詳細は中野ら、2007に記載)、CSL由来するチッソが果実チッソの55〜84%を占めており、有機物であっても追肥チッソ

SL区)の4区、合計8区を設けました。栽培終了時(定植後136日)までのCSLによる平均追肥量は、87mgN/株/日でした。

写真2 堆肥の増施用とCSLによる追肥がトマトの生育に与える影響

堆肥の増施用によつて葉色は改善し、その施用効果は認められるが、10a当たり4・2t程度の堆肥施用では、トマトの健全な生育に見合った養分量を供給できない。CSLの日施用により、トマトは堆肥のみの区に比べ、健全に生育した。バイオマスも増加するので、堆肥中のカルシウムやマグネシウムなどを有効に活用できる。



は速やかに吸収され、果実のチッソおよびアミノ酸濃度を高めたいと考えられました。堆肥を多量に施用することで、トマト果実のチッソ濃度を、化学肥料を与えて得られるトマト果実のチッソ濃度である2%程度にまで高めることはできませんでしたが、CSLの追肥により、化学肥

¹⁵N... 値はチッソの安定同位体自然存在比から計算される値。¹⁵Nは重さ15のチッソ。一般に生産物の¹⁵Nは化学肥料に比べ有機物施用で上昇することが認められている。

料並みの果実のチツソ濃度およびアミノ酸含量に高めることが可能という結果になりました。

6 “有機だから優位”ではない

有機物には、土壌に添加することによって気相率を増やし保水性を向上させるなど、物理性の改善効果があるほか、植物の栄養素として活用されることも事実です。しかしながら、有機ならどんなものでも、また量を考えずにやってもよいというものではありません。むしろ、有機物を利用するには、化学肥料を使う以上のノウハウが必要となってきます。また、化学肥料以上に科学的な知見の上に立つて行わないと、決して長続きする、そして経営的に成り立つ栽培などできません。

さらに、もう一点強調しておく必要があるのは、過度に有機農産物に期待するのは危険だということとです。例えば、有機農産物は栄養的に大変優れているようにいわれますが、決してそのようなものではありません(中野、2005)。よい場合もあれば悪い場合もあります。よいとしても成分が倍増するようなことはなく、減少する有効成分もあります(中野ら、20

06)。むしろ、冷静に、未利用資源を有効に活用している農産物として、きちんと評価してもらいたいものです。

有機を化学と対比させ、その偏狭な優位性を示すことが、このような有機のみで行う栽培体系の構築に向けた、研究の目的ではないことを明確にし、本手法のまとめとします。

ここで紹介した、有機液肥の追肥による堆肥の有効活用法のポイントは、堆肥の中で植物への有効性が最も不足していると考えられるチツソ成分を、植物が吸収しやすいように少量ずつ土壌に添加し、分解させながら吸収させるシステムであり、堆肥に大量に含まれるカルシウムなどを有効に活用せよとする発想だということです(第6図)。この場合すべてが有機性の肥料により完結できるシステムであることが、一番の魅力だといえます。

筆者らが開発した有機養液土耕を応用し、かつ農薬を使わないことにより、有機栽培でオオバを生産している農業法人もあります。この法人は、施設生産で障害者の雇用を積極的に行い、人と自然に

やさしい農業を目指しています。

一般に農業技術の伝達が困難と考えられがちな障害者が、ある程度作業にかかわれるのは、技術が比較的軽労化、平準化されている施設生産のメリットです。

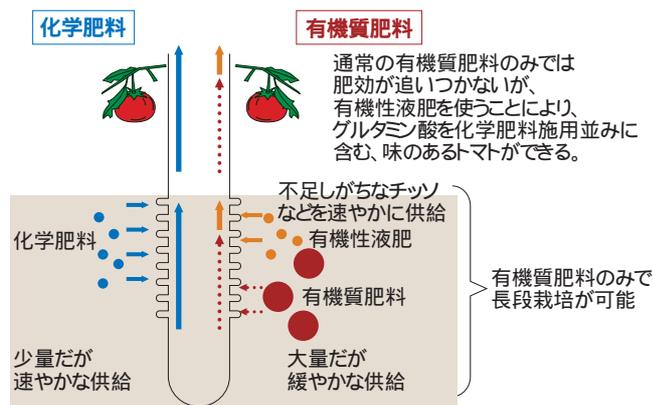
従来の有機農業のような重労働型のものでは、収益性のある形での障害者雇用は困難だったでしょう。しかし、養分供給の量的管理という高度な考え方を導入しつつ、各種の有機質肥料を使う新しい有機農業を提案したことにより、こ

これらの試みが可能になってきたと考えられます。ここで紹介した、堆肥を積極的に活用する有機養液土耕についても、今後活用されることを期待します。

ITや灌水同時施肥装置などの先端技術の力を借りて、誰でも未利用資源を有効に活用した有機農業が行えるようになることが、今後の施設生産と有機農業双方において新たな展開となると考えています(中野、2006)。

第6図 化学肥料と有機質肥料の有効性の比較

有機性の液肥を活用することにより、収量を維持し、高品質のトマト生産が有機質肥料のみで可能となる。



引用文献

- 1) 原正之、2006。堆肥利用における留意点。家畜ふん堆肥(生ごみ堆肥)の品質・成分の簡易評価と利用。「農林水産バイオサイクル研究」成果、48-50。
- 2) 川嶋浩樹・古谷茂貴・高市益行・上原洋一・大森弘美(2006)：有機養液土耕のトマト促成長期栽培への適用と現地農家への導入。野菜茶研報、5、55-62。
- 3) 中野明正・上原洋一・山内章、2001。有機液肥の連続施用システムの開発とそれがトマトの生育・果実収量・品質および土壌の化学性に与える影響。土肥誌、72、505-512。
- 4) 中野明正、2005。有機農産物をどう捉えるか?『Panic Nation』の視座。季刊肥料、102、8-12。
- 5) 中野明正・上原洋一、2006。トマト生産における施肥、栽培法が収量、品質、環境に与える影響-昔のトマトはおいしかったか?-。農業および園芸、81、291-301。
- 6) 中野明正、2006。施設管理・養液栽培、栽培学、森田・大門・阿部編著、朝倉書店、90-94。
- 7) 中野明正・上原洋一、2007。堆肥の施用量と有機性液肥による追肥がトマトの生産性と品質に与える影響。野菜茶業研究所報告、6。(準備中)
- 8) 六本木和夫・加藤俊博、2000。野菜・花卉の養液土耕、149。