

ピーマンおよびホウレンソウの生育・品質に及ぼす厩肥資材 “大津バーク”の土壤投与効果

名田和義・橋 昌司

三重大学生物資源学部園芸学研究室

Effect of Soil Application of the Stable Manure “Ootsu Bark” on Growth and Quality of Sweet Pepper and Spinach

Kazuyoshi NADA and Shoji TACHIBANA

Laboratory of Horticulture, Faculty of Bioresources, Mie University

1. はじめに

野菜栽培土壌の地力と生産性の低下が指摘されてから数十年が経過した。これには多量の農薬使用、作付け体系の単純化、化学肥料投与量増加とそれに伴う有機質資材使用の減少などが関係していると考えられる。近年、地力が低下した土壌の改良に、堆厩肥などの有機物施用が有効であることが強調されている^{1), 2), 3), 4)}。有機物の土壌施用はその肥料効果とともに、土壌の物理性、化学性および生物性を直接あるいは間接的に改良する効果がある。例えば、土壌有機物は土壌の団粒構造の改善（物理性の改善）、土壌pHに対する緩衝能の増大、微量必須養分の供給（化学性の改善）、土壌微生物の増殖による静菌作用の増大や不溶性養分の可溶化（生物性の改善）などの多くの重要な機能を持っている^{5), 6)}。これらの機能は、個別적으로는他の資材によって代替することができるが、堆厩肥などの有機物は、これらの機能を多面的に持っているという点で、非常に優れた万能の土壌改良資材であるということが出来る。

堆厩肥を使用する場合、その安定供給が問題となる。最近のように農業従事者の高齢化や耕種と畜産との分業化が進んだ状況下では、従来通りの有機物の確保や自家堆厩肥の製造が極めて難しくなっている。地力維持増強のための有機物の耕地への継続的な還元を達成するためには、厩肥を扱いやすい形で簡易加工して地

域的な市場に流通させることが、抜本的な解決に繋がるのではないかと考えられる^{7), 8), 9)}。

栗東トレーニングセンターでは、以上のような考えに立って馬厩肥“大津バーク”を土壌改良資材として農地に還元することを計画している。これまでに、三重大学との共同研究において、“大津バーク”の土壌改良資材としての有効性について各種の作物で検討されており、“大津バーク”投与による作物の生育抑制は認められず、“大津バーク”に有害性はないことが報告されている¹⁰⁾。しかしながら、その定性的な施用効果および定量的な把握などについてはあまり詳しく研究されていない。また、“大津バーク”施用を広く普及させるためには、“大津バーク”が野菜の品質面に対して安全であるかどうかを確認する必要がある。そこで本研究は、“大津バーク”が野菜の生育にどのような影響を及ぼすかについて、その土壌物理性の改善効果、肥料効果とともに野菜に対する安全性を検討することにした。第1実験では、土壌への有機物投与が他の野菜に比べて比較的多いピーマンの収量に対する“大津バーク”の効果进行を明らかにした。第2実験では、品質が重要視される代表的な緑黄色野菜であるホウレンソウを用いて、収量の他に品質関連要素含量に対する、“大津バーク”投与の影響について検討した。

2. 材料と方法

1) 第1実験 ピーマンの収量に及ぼす厩肥“大津パーク”投与効果

① 処理土壌の調製

〈実験1-1 新規土壌を用いた実験〉

土壌は素焼き鉢(φ30cm) 1鉢あたり7Lの「赤玉土」を用いた。全ての処理区の土壌に次の化学肥料を1鉢ごとに施与した。リン硝安加里(S604) 13g, 苦土石灰7g, 熔リン2g, ロング(リン硝安加里被覆肥料) 15g。

処理区は第1-1表に示すとおり, 上記の施肥土壌に1鉢分ずつ所定量の厩肥“大津パーク”を投与してよく混合した後, 素焼き鉢に移した。第1区(厩肥無投与区)の土壌には厩肥の代わりに5トン/10アールに相当する腐葉土を投与した。

〈実験1-2 前作土壌の厩肥残効性実験〉

1995年春～夏に実験1-1と同じ処理区(但し, 第1区に腐葉土は投与していない)でピーマンを栽培した跡作土壌(前作土壌)を用い, 厩肥の残効性について調査した。前作土壌と連作土壌の厩肥投与量を第1-

第1-1表 新規土壌における各処理区の厩肥投与量

処理区	厩肥投与量	
	t/10a	kg/1鉢
第1区	0 ^z	0.00
第2区	5	0.35
第3区	10	0.70
第4区	20	1.40

Z: 厩肥の代わりに, 5 t/10a 相当量の腐葉土を投与した。

第1-2表 前作土壌^zおよび連作土壌における厩肥投与量

処理区	前作土壌	連作土壌
	t/10a	t/10a
第1区	0 ^z	0
第2区	5	0
第3区	10	0
第4区	20	0

Z: 1995年春～成るにかけてピーマンを栽培した際の土壌。

Y: 実験1-1とは異なり腐葉土は投与していない。

2表に示す。4鉢の跡作土壌を合一して混合したのち, 実験1-1と同量の化学肥料を1鉢ずつ施与した後, 素焼き鉢に移した。前作の残根はできるだけ取り除いたが, 前作の残存肥料養分濃度の差異は無視した。

② ピーマンの栽培

1995年8月29日に28℃で催芽したピーマン“新さきがけ2号”の種子を2日後にパーミキュライトに播種し, 2日ごとに液肥(ホーランド液1/2倍)を与えながらガラス室で育苗した。9月20日に本葉数2~3枚になった苗を「サンサン床土」に移植して育苗を続け, 9月30日に本葉数5~6枚の苗を処理土壌を入れた素焼き鉢に1鉢ずつ定植し, 十分に灌水した。その後の管理は慣行にしたがって行った。整枝は放任仕立てとした。ガラス室の温度管理は日中は25℃以上で換気し, 夜間は18℃以下になると加温するようにした。

③ 果実の収穫

原則として, 果実の大きさが20g以上になったと思われる時に収穫し, 直ちに生体重を測定した。但し, 実験終了時には全ての果実を収穫し, そのうち10g以上の重さの果実を可販果実として収量に含め, それより小さい果実は除外した。

2) 第2実験 ホウレンソウの生長および品質関連要素含量に及ぼす厩肥“大津パーク”投与の効果

① 処理土壌の調製

土壌には未使用の「赤玉土」を用いた, 全ての処理区の土壌に次の化学肥料を1鉢ごとに施与した。リン硝安加里(S604) 6.5g, 苦土石灰3.5g, 熔リン1g, ロング(リン硝安加里被覆肥料) 7.5g。

各処理区の厩肥投与量は, 第1-1表に示した第1実験の新規土壌の場合と同様に, 第1区を厩肥無投与区とし, 第2, 3, 4区をそれぞれ5トン/10アール区, 10トン/10アール区および20トン/10アール区とした。上記の施肥土壌に1鉢分ずつ所定量のよく

ほぐして均質にした厩肥“大津パーク”を投与し、よく混合し、素焼き鉢（φ20cm）に移した。ピーマンの新規土壌の場合と同様に、第1区の土壌には厩肥の代わりに5トン/10アールに相当する腐葉土を投与した。第1, 2, 3, 4区の土壌pH（H₂O）はそれぞれ、5.8, 6.0, 5.9, 5.9であった。

② ホウレンソウの栽培

1996年12月27日に上記の処理土壌を詰めた素焼き鉢にホウレンソウ“おかめ”のネーギッド種子を9粒ずつ点播し、随時間引きし、最終的に1鉢3株とした。栽培は最低夜温15℃に設定したガラス温室で行った。灌水その他の栽培管理は慣行に準じて適宜行った。茎葉の収穫は最も生育の優れた処理区の1株当たり生体重が約30gに達した頃を見計らって、全処理区一斉に行った。収穫した茎葉は生体重を測定した後フリーザーに保存し、その一部については凍結乾燥して無機養分、糖および硝酸イオンを定量し、他の一部については生体試料のままアスコルビン酸とクロロフィルを定量した。栽培終了後の土壌についてpH（H₂O）とEC（1:5）を測定した。

3. 結果と考察

1) 第1実験

処理区間の生育差は定植初期から現れた。新規土壌、連作土壌のいずれにおいても、第1区の生育が劣り、茎の伸長・分枝が遅れ、葉も小さくなった。この傾向は連作土壌のほうがいくぶん顕著であった。しかし、葉色は両土壌とも第1区の方が濃くなった。厩肥施与区の植物は、葉が大きくやや淡緑色であったが、養分不足や生理障害の兆候は特にみられなかった。

新規土壌において、果実収量は厩肥投与区が多い区ほど高くなり、第4区の収量は無投与区の4倍に達した（第2表）。第2区と第3区の間の収量差が小さかったが、実験終了時に採取した全果実のうち10g以下の果実は第2区の方が明らかに多かったことから、実験

期間を延長すれば第2区と第3区の収量差は本実験の結果より大きくなったものと推察される。連作土壌において果実収量に及ぼす前作厩肥の残効性の影響をみると、新規土壌と同様に第4区の収量は第1区の3.6倍の値となった（第3表）。第3区と第4区を比較すると、10アール当りの20トンの厩肥投与区ではまだ飽和投与量に達しておらず、厩肥投与量は20トン/10アール以上に増やすことができると思われる。これらのことは、厩肥の残効性がかなり大きいことを示唆するものである。但し、本実験では、前作の期間が約2カ月と短かったこと、前作終了後の土壌は、ガラス室においたままで雨に当たることがなかったことなどから、実際の露地土壌条件下で同じ程度の残効性が得られるかどうかについては検討を要する。

第2表 新規土壌における厩肥投与量がピーマンの果実収量に及ぼす影響

処理区	厩肥投与量 t / 10 a	収穫果実数 個 / 4 株	収穫果実重 g / 4 株
第1区	0	13	236.5 (100) ^Z
第2区	5	26	549.9 (232)
第3区	10	32	645.1 (273)
第4区	20	43	962.1 (407)

Z: 括弧内の数字は、第1区の果実収量に対する比数を示す。

第3表 前作に異なる量の厩肥を投与した連作土壌における前作厩肥の残効性

処理区	前作厩肥投与量 ^Y t / 10 a	収穫果実数 個 / 4 株	収穫果実重 g / 4 株
第1区	0	10	169.4 (100) ^Z
第2区	5	23	420.3 (248)
第3区	10	29	542.4 (320)
第4区	20	33	618.8 (365)

Z: 括弧内の数字は、第1区の果実収量に対する比数を示す。
Y: 今作では厩肥は施用せず、化学肥料のみ各区同量添加した。

収穫果実の大きさは、ほぼ一定の大きさになった果実を収穫したので、区による違いはみられなかったが、厩肥投与区の果実は全般的に果皮が柔らかく、品質的にも優れるように思われた。なお、本実験では、尻腐れ症などの果実の生理障害はどの区にも発生しなかつ

たが、1995年の夏に行った実験（前作土壌における実験）では、厩肥20トン/10アール区でピーマン果実に尻腐れ果がやや多発した。尻腐れ症は果実のカルシウム欠乏による生理障害で、地温の上昇、土壌の乾燥や塩類の過剰集積によって引き起こされる¹³⁾。1995年の夏は気温が高く、そのため地温も高く推移し、加えて、厩肥多投与区の土壌はやや乾燥気味であった。これらの要因が厩肥多投与区における尻腐れ果の多発を誘発したと考えられる。したがって、“大津パーク”を多量に投与した場合の灌水のあり方や化学肥料の施与量についての検討が必要であろう。

一般に、厩肥の土壌投与による作物の生長促進は主として、土壌物理性の改善効果および微生物活性の増進効果によると考えられる¹²⁾。新規土壌の場合、厩肥投与量が10トン/10アールから20トン/10アールに増加すると収量が増加したが、この場合、厩肥投与量10トン/10アールと20トン/10アールで土壌の物理性が異なるとは考えにくく、“大津パーク”投与にはかなり大きな施肥効果があるものと推察される。しかし、本実験における化学肥料の施肥量はピーマンの標準的な施肥量としたので、第1区で収量が低かった原因が肥料不足のみにあるとは考えにくい。第1区において、新規土壌（腐葉土5トン/10アール相当量投与）と連作土壌（腐葉土無投与）を比較すると、土壌の肥料養分は前作の残存肥料の存在によって連作土壌の方が多いと考えられるにも関わらず、果実収量は新規土壌の方が多かった（第2表、第3表）。腐葉土の肥料としての効果は小さいめ、両土壌の収量差は腐葉土の土壌物理性改善効果によると思われる。このように、ピーマンは土壌の物理性に敏感な作物であることから、“大津パーク”投与による土壌の物理性改善効果がピーマンの増収の原因となった可能性も否定できない。これらのことについては、栽培終了土壌の化学性と物理性の調査、および化学肥料の施肥量に対するピーマンの生育反応を詳細に検討した上で結論を出すべきだろう。

2) 第2実験

土壌への厩肥投与量がハウレンソウの茎葉収量に及ぼす影響を第4表に示す。茎葉収量は5トン/10アールの厩肥投与では増収効果がなかったが、10トン/10アールの厩肥投与によって顕著な生長促進効果が現れ、第3区の茎は生体重は無投与区の1.4倍となった。10トン/10アール区と20トン/10アール区の茎葉生体重の間には統計的な有意差はなかったが、平均値では20トン/10アール区の方がやや小さかった。一般に、ハウレンソウは一定の大きさになったときに収穫されるので、厩肥投与区で生長が促進されたことは1作の栽培期間が短縮されたことと同義である。したがって、ハウレンソウをハウス内で連作する場合には、栽培期間の短縮は経営的には大きな意味があるものと考えられる。

第4表 ホウレンソウの生育に及ぼす厩肥投与量の影響

処理区	厩肥投与量 t/10 a	茎葉生体重 g	茎葉乾物重 g	茎葉乾物率 %
第1区	0	22.3 ^b	2.59 ^b	12 ^a
第2区	5	20.0 ^b	2.44 ^b	12 ^a
第3区	10	21.3 ^a	3.58 ^a	12 ^a
第4区	20	29.1 ^a	3.42 ^a	12 ^a

注：同じアルファベット文字がついている値は、その平均値間に有意差がないことを示す。

各処理区の茎葉の無機養分含量を第5表に示す。これによると10～20トン/10アールの厩肥投与によって含量が増大している養分はCaとKのみで、それもわずかな増大にすぎなかった。Pは厩肥投与区で有意に低下したが、全体的にみて厩肥投与が茎葉の無機養分含量に及ぼす影響は軽微であった。一方、茎葉のクロロフィル含量は、第1区で0.81 (mg/gfw)であり、厩肥投与区では第2区と第3区ではそれぞれ0.95, 0.92とやや増大したが、第4区は0.81で全ての処理区間に有意差は認められなかった。またクロロフィルaとbの比率も処理の影響をほとんど受けなかった。

第5表 茎葉の無機養分含量に及ぼす厩肥投与量の影響

処理区	厩肥投与量 t / 10 a	N	P	K	Ca	Mg	Fe
第1区	0	5.71 ^a	0.11 ^a	3.66 ^{ab}	0.28 ^{ab}	0.58 ^a	130.6 ^a
第2区	5	5.40 ^a	0.07 ^b	3.33 ^b	0.25 ^b	0.54 ^{ab}	110.2 ^a
第3区	10	4.97 ^a	0.08 ^b	3.87 ^a	0.24 ^b	0.52 ^b	108.0 ^a
第4区	20	5.12 ^a	0.08 ^b	3.86 ^a	0.31 ^a	0.58 ^a	120.3 ^a

注：含量の単位は、Feは $\mu\text{g/g}$ DWで、その他は $\text{g}/100\text{g}$ DWである。

次に、栽培終了後の土壌のpH (H₂O) およびEC (1 : 5) について調査した結果を第6表に示す。土壌のpHは実験開始時には6前後であったが、栽培終了時には各区とも5.5以下に低下し、特に厩肥無投与区では5.2までに低下した。一方、土壌の塩類濃度の指標として用いられるEC (1 : 5) は厩肥無投与区では顕著に低く、厩肥投与量の増大について明らかに増加した。

第6表 栽培終了土壌の化学性

処理区	厩肥投与量 t / 10a	pH (H ₂ O)	EC (1 : 5) dS/m
第1区	0	5.22 ^b	2.15 ^b
第2区	5	5.52 ^a	2.59 ^b
第3区	10	5.49 ^a	3.97 ^a
第4区	20	5.57 ^a	4.74 ^a

厩肥の投与効果は一般には、土壌の物理性の改善効果と肥料効果および微生物活性効果に大別できることはすでに述べたが、本実験の結果によると、栽培終了後の土壌のEC値が厩肥投与区で非常に高かったことから、“大津パーク”はハウレンソウに対して肥料効果が大きいことがうかがえる。しかし、茎葉の無機養分含量の結果からは、厩肥無投与区で肥料養分が不足した兆候は見られなかったことから (第5表)、土壌の物理性の改善が根の生長と機能を高め、茎葉の生長が旺盛になったことも考えられる。これらの点については、栽培終了土壌の物理性および養分濃度を測定するとともに、厩肥投与量と化学肥料の施与

量を組み合わせて実験することによって回答を得ることができるであろう。さらに、栽培終了後のpHにも違いが見られたが、栽培前にはpHの違いは大きくなったことから、この違いは厩肥投与によって土壌の緩衝能が増大したことを示唆する。ハウレンソウが土壌酸性に非常に敏感な植物であり、pHが5前後に低下すると可溶化するアルミニウムの毒性に対しても敏感に反応することはよく知られている¹⁹⁾。しかし、pHは3つの厩肥投与区の間ではほとんど差がない一方で、生育は第2区と第3区で明確に異なったことから、厩肥投与による土壌pHの維持効果がハウレンソウの生育促進に大きな貢献をしているとは考えられない。

野菜栽培技術を開発する場合、単に収量だけを問題にするだけで良かった時代は終わり、今後は、食味や健康維持成分含量など、品質面も視野に入れた開発が必要になる。そこで、この面での厩肥投与の効果を調べた。茎葉のアスコルビン酸、糖および硝酸イオン濃度に及ぼす厩肥投与量の影響を第7表に示す、ビタミンCの主成分であるアスコルビン酸の濃度は処理区間に全く差がなかった。また、発ガン性の点から問題視される硝酸イオン濃度においても、厩肥投与によって増大するという様相は認められなかった。還元糖の濃度にも処理による顕著な違いはみられなかったが、非還元糖 (ショ糖) の濃度は厩肥投与によって明らかに増大した。これらの結果から、“大津パーク”を投与することはハウレンソウの品質に対して悪影響がないばかりでなく

糖濃度が高まって食味が良くなるというプラス面があるとみなすことができる。ハウレンソウの葉の糖成分を液体クロマトグラフィーで調べると、ショ糖が圧倒的に多くグルコースやフルクトースなどの還元糖はほとんど含まれない。本実験では還元糖がかなりの濃度で検出されたが、この理由ははっきりしない。また、ハウレンソウはアカザ科植物の特性として葉の硝酸イオンとシュウ酸が多く、食品の安全性の点からこれらの成分が常に問題視される。一般に硝酸イオン濃度は施肥量を多くすると高まる傾向がある^{14), 15), 16)}。本実験では生育が最大になった10トン/10アール区でも硝酸イオン濃度の増大はみられなかったが、これも評価できる点であろう。

4. 結論

本研究では、ピーマンとハウレンソウしか供試せず、加えて、実際栽培に比べて非常に小規模の鉢栽培での結果であるので、この結果から実際栽培における“大津パーク”の投与効果と安全性について安易に結論を導くことは避けるべきである。また、今回の実験で供試した土壌は有機物を全く含まない「赤玉土」であったので、少なからず有機物を含んでいるはずの野菜栽培土壌に“大津パーク”を投与した場合、本研究でみられたものと同じ程度の増収効果が得られるかどうかという疑問もある。しかし、本研究の結果は栗東トレーニングセンターの“大津パーク”が野菜の土地改良資材として有効かつ安全であることを示唆すると考えることは大きな間違いではないと思われる。

“大津パーク”投与による生育促進・収量増大の機作は不明であるが、本実験結果から、“大津パーク”には土壤物理性の改善効果と肥料効果の両方があると考えられる。1回当たりの投与量は、ピーマンでは20トン/10アールまで投与しても問題はなく、むしろ増収となる可能性があるが、ハウレンソウでは10トン/10アール以上の投与は不必要であると思われる。野菜の種類や作型によっては極端な多量投与は塩類濃度を高め、カルシウム欠乏などの生理障害を誘発する恐れがあるので¹⁷⁾、1作当たりの最適投与量については作物ごとに実際規模の実験でさらに検討する必要があるだろう。

ピーマンの実験において、前作に投与した“大津パーク”の効果が後作においても現れたことは、“大津パーク”の残効が比較的長いことを示唆する。この残効が肥料効果であるのか、物理性の改善効果であるのかについてはさらに検討を要するが、もし肥料効果の残効が長いのであれば、厩肥を同一圃場に連作多量投与すると土壌に肥料養分が蓄積して過剰になる恐れがある。したがって、連年投与することを念頭に置いた一作当たりの安全投与量についてもさらに検討する必要があるものと考えられる。

本実験で用いた“大津パーク”は比較的未分解の樹皮が多量に含まれているように思われた。充分腐熟していない樹皮を土壌に投与すると、その樹皮を分析する微生物が土壌窒素を取り込むために、土壌の肥沃度によっては作物に窒素飢餓を引き起こすことがある。また、未分解の樹皮が多いことによって土壌がやや乾燥気味になることもこの資材の一つの特徴のようである。

第7表 ハウレンソウ茎葉の品質関連要素に及ぼす厩肥投与効果の影響

処理区	厩肥投与量 t / 10 a	アスコルビン酸 mg / 100gFW	還元糖 mg / gDW	非還元糖 mg / gDW	硝酸イオン mM / gDW
第1区	0	88.54 ^a	2.27 ^a	4.68 ^b	55.11 ^a
第2区	5	85.07 ^a	2.06 ^a	8.82 ^a	46.24 ^a
第3区	10	89.13 ^a	2.17 ^a	7.33 ^{ab}	54.27 ^a
第4区	20	87.80 ^a	1.59 ^a	8.68 ^a	56.38 ^a

したがって本資材を商品化して市場に流通させるためには、施肥・灌水などの土壌管理が一つのマニュアルで指示できるように、資材の腐熟程度を一定にすることが肝要であると思われる。本資材の特徴を理解するためにはこれらのことも含めてさらに基礎的研究が必要であると考えられる。

引用文献

- 1) 堀 兼明. 有機物研究の新しい展望, 土壤肥料学会編, 博友社, 東京, P 5 (1986)
- 2) 新田恒雄. 有機物研究の新しい展望, 土壤肥料学会編, 博友社, 東京, P 43 (1986)
- 3) 森 敏. 有機物研究の新しい展望, 土壤肥料学会編, 博友社, 東京, P 85 (1986)
- 4) 山添文雄. 有機性廃棄物の農業利用. 土肥誌 57 : 96-104 (1986)
- 5) 藤原俊六郎. 畑の土壌管理, 農業技術大系 5, 農文協, 東京, P 153-154 (1986)
- 6) 二見敬三, 吉倉惇一郎, 桑名健夫, 青山喜典, 入江和己, 足立年一, 相野公孝, 宗林正, 北川芳雄, 堀本圭一, 平田 滋, 吉本均, 栗山雅夫. 有機質資材の多面的な特性と複合的施用技術. 土肥誌 66 : 65-70 (1995)
- 7) 斎藤 栄. 野菜生産の問題と解決—総合技術編一, 東京近郊蔬菜技術研究会編, 盛文堂, 東京, P 13-24 (1997)
- 8) 加藤やえ子. 野菜生産の問題と解決—総合技術編一, 東京近郊蔬菜技術研究会編, 盛文堂, 東京, P 24-26 (1997)
- 9) 熊沢英雄. 野菜生産の問題と解決—総合技術編一, 東京近郊蔬菜技術研究会編, 盛文堂, 東京, P 27-30 (1997)
- 10) 谷山鉄郎, 森田 脩, 橋 昌司, 新垣雅祐, 小宮孝志, 加治佐隆光, 津田 誠, 江原 宏, 名田和義. 大津パークの作物生産に対する投与効果に関する研究. 第39回競走馬に関する調査研究発表会, プログラム・講演要旨, 日本中央競馬会, P 35 (1997)
- 11) 橋 昌司. 蔬菜園芸学, 川島書店, 東京, P 188-189 (1990)
- 12) 山根一郎. 耕地の土壌学, 農文協, 東京, P 165-168 (1981)
- 13) 平野隆生. 作物物施肥技術, 農業技術大系 6, 農文協, 東京, P 239-242 (1985)
- 14) 今西三好, 五島 皓. 培地栄養素の組成がハウレンソウの生育と品質関連成分の含有量に及ぼす影響. 中国農研報 7 : 1-16 (1990)
- 15) 亀野 貞, 木下隆雄, 楠原 操, 野口正樹. ハウレンソウの栽培条件及び品種と品質関連成分の変動. 中国農研報 6 : 157-178 (1990)
- 16) 木下隆雄, 亀野 貞, 野口正樹. ハウレンソウの高品質化のための栽培条件—内容成分の改善を目指して—. 農及園 63 : 51-55 (1988)
- 17) 大西成長, 吉田光二, 佳山良正. 施設栽培における厩肥連用が土壌の化学性に及ぼす影響. 土肥誌 55 : 311-315 (1984)