

竹炭添加乾燥生ごみがトウガラシ類の品質に及ぼす影響

津村 紗代・芦田 智子・取越 桂子・
松川 恵子・南出 隆久・大谷 貴美子

Utilization of bamboo charcoal to garbage compost
and effect on their produce and quality of peppers
(*Capsicum var. Shishitougarashi, Bell pepper, Manganji*)

SAYO TSUMURA, TOMOKO ASHIDA, KEIKO TORIKOSHI,
KEIKO MATSUKAWA, TAKAHISA MINAMIDE, and KIMIKO OHTANI

Abstract : The role of bamboo charcoal was studied that effect on the produce and the quality of peppers. It was also compared these results with three years. Production of total volatile compound (T) from dry garbage was 324 UN/ min/ g, nitrogenous compound (N) was 170 UN/ min/ g and sulfuric compound (S) was 627 UN/ min/ g. In no addition to 50% bamboo charcoal for fresh garbage addition, dry garbage content of water was increased 6% to 14%, the oil, salt and volatile compounds were decreased. The oil content was especially 27% to 5%, salt content was 8% to 2%. The volatile compounds of T was 1328 to 115, N was 172 to 58, S was 6913 to 633, respectively. Dry garbage added bamboo charcoal was well keeping off-flavor. The optimum culture condition of pepper yield was dry garbage including 5% bamboo charcoal for *Shishitougarashi*. It was found that no addition for *Bell pepper*, and 5% bamboo charcoal only for *Manganji* were a good crop condition. In *var. Shishitougarashi*, culture condition of the most hot taste occurrence was no addition and that of the least one was dry garbage with 5% bamboo charcoal. The compost of dry garbage including 5% bamboo charcoal had a good effect to produce of peppers.

It is recommendation that utilization of bamboo charcoal to garbage compost is contributed the sustainable life style.

(Accepted September 9, 2003)

緒 言

食事により排出される下処理くず、賞味期限切れ食品や食べ残しなど、増加する生ごみをどのように処理するかは「飽食の時代」といわれる現代の生活と切り離せない問題である。この生ごみを減らす対策はまず、極力ごみを出さないことで、食材の計画的購入、調理時の無駄を省くなどの工夫が求められている。それでも出てくる生ごみを再利用する方法として、メタンガス利用、Refuse Derived Fuel (RDF：ごみ固形燃料)、飼料化、

肥料化などが考えられる。その一つとしての肥料化には、コンポスター、EM菌の利用などがあるが、技術面や煩雑さなどの課題が多い。最近、大きく分けて発酵式と乾燥式の電動生ごみ処理機が販売されている^{1,2,3,4,5)}。

京都府は日本有数のタケノコ生産地で、整備された竹林が多かったが、最近では竹材やタケノコの需要が減り、放置竹林が目立っている。竹は整備しなければ漸次広がり、里山の生態系を崩すことになり、竹林自体も密集による生育不全で崩壊してしまう。それを防ぐために、間伐した竹を竹炭に利用することが試みられている^{6,7,8)}。

*京都府立大学人間環境学部
Faculty of Human Environment, Kyoto Prefectural University

本研究では、循環型社会を目指して、乾燥式の電動生ごみ処理機に竹炭を添加した、竹炭添加乾燥生ごみの実用化を検討している。これまでの予備実験から、竹炭の特性を生かした水分吸着作用による乾燥時間を短縮する効果があること、また油分、臭気吸着作用、乾燥による減量化、保管時の利便性にも優れていること、さらに生ごみに対し3~5%の竹炭を添加することで乾燥生ごみが植物の生育に最も適していることなどを明らかにした。

本研究では、乾燥生ごみの竹炭添加による性状を調べるとともに、トウガラシ類の栽培実験における収穫量と品質に与える竹炭の影響を3年間にわたり調査し、得られた結果を報告する。

実験方法

1. 京都府立大学生協食堂の生ごみ調査

本学生協食堂より排出した1日分の生ごみの重さを台ばかりで測定し、乾燥式生ごみ処理機（松下電器：MS-N33）で処理後の重さを測定した。

2. 乾燥生ごみの竹炭添加による性状の測定

本学生協食堂より排出した生ごみを用い、乾燥式生ごみ処理機で処理した乾燥生ごみの水分、油分、塩分、臭気成分を測定した。竹炭は、本学演習林の7~10年生のモウソウチクを移動炭化炉により製炭したものを用い、生ごみに対して1~50%添加し乾燥した。水分は乾燥生ごみを電気炉にて105℃で4時間乾燥させ、電子上皿天秤で測定した。油分は乾燥生ごみをクロロホルム：メタノール（1：1）で抽出し、クロロホルム層に溶出した油を乾固して、重量法により測定した。塩分は乾燥生ごみに5倍量の水を加え抽出し、塩分計を用い測定した。臭気成分は、乾燥生ごみを5g、デシケーターに入れ10分間密封し、発生したヘッドスペースガスをニオイセンサー（コスモ電機）で測定した。

3. トウガラシ類の栽培と品質測定

1) 収穫量の測定

Fig. 1のように、乾燥生ごみ無添加、竹炭のみ添加、乾燥生ごみのみ添加、生ごみに対し竹炭を5%混合し乾燥させたものを1aあたり竹炭は100kg、乾燥生ごみは400kg添加した土壌を作り、3~4ヶ月間放置後、5月上旬にナス科植物であるシシトウガラシ、ピーマン、万願寺トウガラシの苗を植えた。7月から9月にかけて、週3回、計33回収穫した。収穫適期の果実を収穫し重量を電子上皿天秤で測定するとともに、個数を数えた。

2) 根重量の測定

収穫期間の終了したトウガラシ類を引き抜き、根の生体重を測定した。

3) アスコルビン酸含量の測定⁹⁾

シシトウガラシ（20個）の種子と胎座部を除き、液体窒素で凍結後、ミキサーで粉末にした試料5gを、5%メタリン酸で抽出し、ヒドラジン法により測定した。

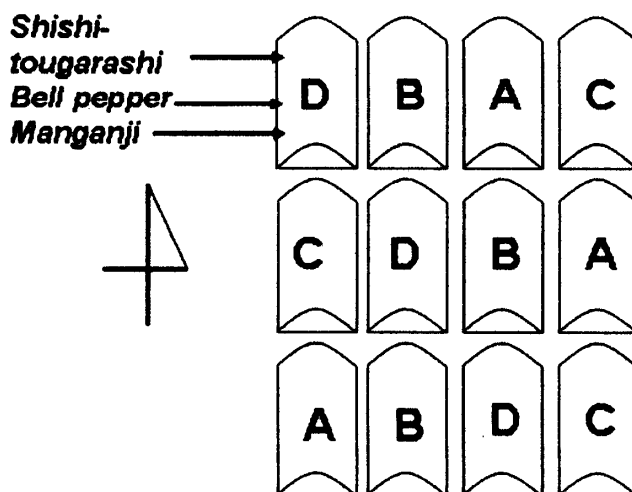


Fig. 1 Field design of pepper plants with dry garbage addition

- A: no addition of dry garbage(control)
- B: dry garbage addition(400kg/a)
- C: bamboo charcoal addition(100kg/a)
- D: dry garbage(400kg/a) + bamboo charcoal addition (100kg/a)

4) ミネラル (Mg, Ca, Na, K, Fe, P) の測定¹⁰⁾

上記の粉末試料約1gをルツボに取り、電気炉にて105℃で4時間乾燥し、水分含量を測定後、550℃で20時間灰化した。これに、6N-HCl 4.8mlと1%LaCl₃ 2.5mlを加え溶解し、水で25mlに定容したものを25倍希釈して、Mg, Caは原子吸光分析法で、Na, Kは炎光分析法により測定した。Feはo-フェナントロリン法を用いた。Pはモリブデン法を用いた。

5) 辛味発現率の測定

各土壌よりシシトウガラシ60個を任意に取り出し、半分に分けて種子と胎座部を除いた後、フライパンを用い、1分間空煎りして官能検査により判定した。

6) 低温障害発生の測定

各土壌よりシシトウガラシ60個を任意に取り出し、ポリ袋（20×10cm、厚さ30μm、無孔）に入れて5℃で1週間保存し、縦半分に分けて、種子の褐変度合いを種子が完全に黒く変色したものを5とし、まったく変化のないものを0とした6段階評価で判定した。

結果及び考察

1. 京都府立大学生協食堂の生ごみ調査

1日当たりの生ごみの排出量は平均2.7kg、最小は1.1kg、最大は4.8kgであった。これを乾燥させた乾燥生ごみは、1日平均で0.65kgであり、生ごみの約22%に減量化できた（Fig. 2）。

2. 乾燥生ごみの竹炭添加による性状

竹炭を添加していない乾燥生ごみでは、水分含量は

5.9%, 塩分は8.4%, 油分は26.7%だったが, 竹炭を50%添加することにより, 水分は, 13%と2.3倍多くなった。塩分は2%と4分の1に減り, なかでも油分は5%と5分の1に減った (Fig. 3)。乾燥ごみから発生する臭いを臭いセンサーで測定したところ, 竹炭を50%添加することにより, 竹炭無添加乾燥ごみと比べて, 総発生量および, 硫黄化合物で11分の1に, 窒素化合物は3分の1に減った (Fig. 4)。特に, 竹炭は硫黄化合物の吸着に有効であることがわかった。竹炭の多孔質性が生ごみの揮発性物質を吸着したものと考えられる。

3. トウガラシ類の品質に及ぼす影響

1) トウガラシ類の収穫量

トウガラシ類の1aあたりの収穫量は, シシトウガラ

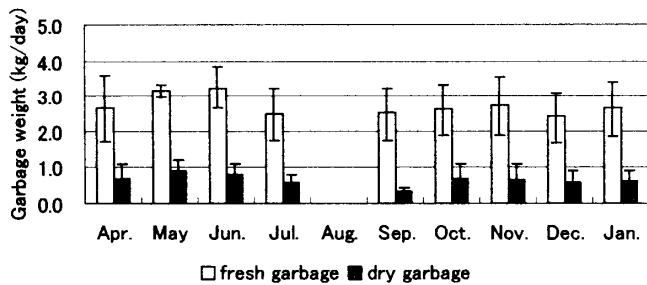


Fig. 2 Average weight of fresh garbage and dry garbage daily production from cafeteria (2001)

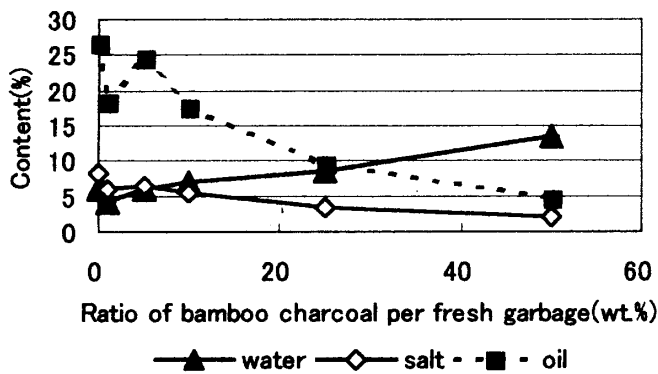


Fig. 3 Changes in water, oil, and salt content of dry garbage with bamboo charcoal addition

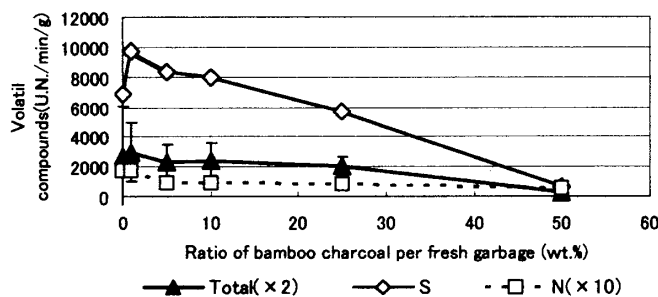


Fig. 4 Changes in volatil compounds of dry garbage with bamboo charcoal

シでは竹炭添加乾燥生ごみで多くなり, ピーマンと万願寺トウガラシの収穫量では竹炭のみ添加で多くなった (Fig. 5)。土壌条件が収穫量に与える影響は, トウガラシ類の種類によって違いがあった。シシトウガラシの2002年度の収穫量の週間変動をFig. 6に示した。各区の収穫量は暑さや乾燥が厳しい時期に減少した。Fig. 7はシシトウガラシの全期間を通しての収穫量を示した。2002年度と2000年度を比べると, 収穫量で2倍近い差が

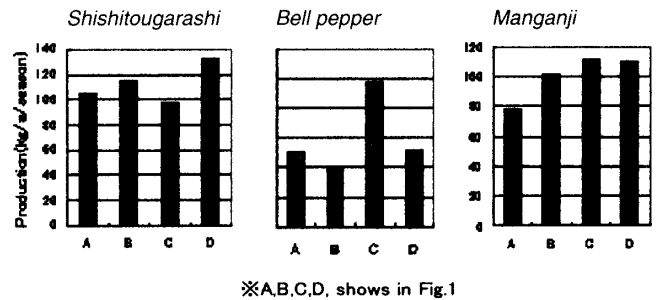


Fig. 5 Production of peppers (2002)

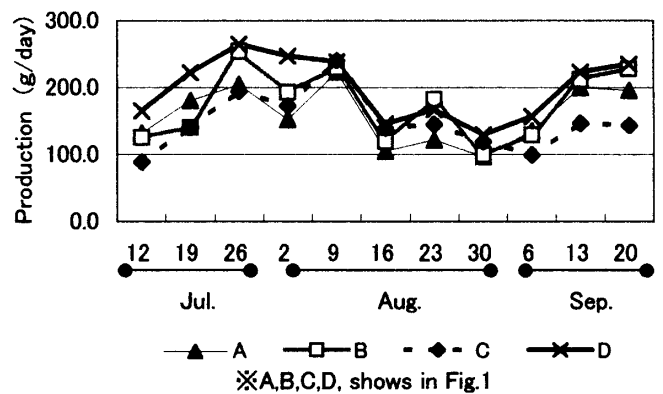


Fig. 6 Production of *Shishitougarashi* during harvest periods (2002)

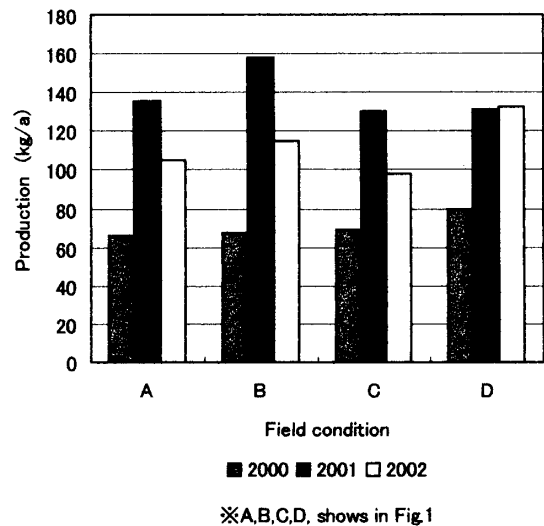


Fig. 7 Total production of *Shishitougarashi* through the harvest season from 2000 to 2002

あった。また、生ごみと生ごみに竹炭を加えたものでは、対照と比べて、同じかそれよりも多い収穫量であった。しかし、竹炭だけでは対照と同じかそれ以下の収穫量だった。

この結果より、乾燥生ごみに竹炭を添加することで植物の生育を活発にし、それにともない、収穫量の増加をもたらすことがわかった。また、竹炭だけの区は、土壌 pH の上昇により収量に影響したものと考えられる。

2) シシトウガラシの根重量

植物の生育の指標として、竹炭の添加がシシトウガラシの根重量に及ぼす影響を3年間にわたり調査した。代表的な2002年度の結果をFig. 8に示した。対照に比べて、生ごみ、竹炭、生ごみに竹炭を加えたものとも、根重量が重く、なかでも生ごみに竹炭を加えたもので、根の発達がもっとも著しいことがわかった。収穫量の結果と合わせて考えると、竹炭の多孔質性、抗菌作用、保水作用のため、多くの有用な微生物が住み、土壤中にミネラルが豊富になり、根の生長を促し、根重量と収穫量を増加させたものと考えられる。

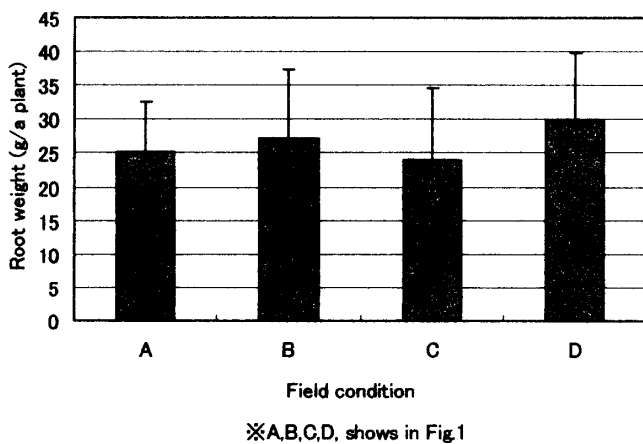


Fig. 8 Root weight of *Shishitougarashi* (2002)

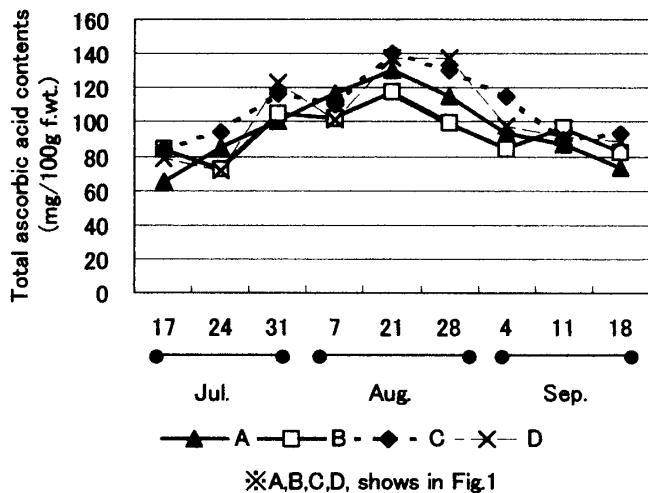


Fig. 9 Ascorbic acid contents of *Shishitougarashi* during harvest periods (2002)

3) シシトウガラシのアスコルビン酸含量

2002年度に収穫したシシトウガラシの総アスコルビン酸含量は収穫初期では60~80 (mg/100g f.wt.)であったが8月21~28日では、80~140 (mg/100g f.wt.)と処理区による差のあることがわかった。また、収穫量が多い時にはアスコルビン酸含量が少なく、暑さが厳しい時には増加傾向にあった (Fig. 9)。アスコルビン酸含量の増加は厳しい環境に対するストレス反応の結果と考えられる。Fig. 10は生ごみに竹炭を添加したものがシシトウガラシの総アスコルビン酸含量に及ぼす影響を、生ごみの土壌で栽培したシシトウガラシのアスコルビン酸含量を100とした指数で示したものである。2000年度、2001年度とも、生ごみを加えたものより低く、2002年度では高くなっていった。3年間を通した竹炭を添加することによるアスコルビン酸含量への影響は見られなかった。

4) シシトウガラシのミネラル含量

シシトウガラシ100g当たりの鉄、カルシウム、マグネシウム、リン、ナトリウム、カリウムの含量をFig. 11に示した。一番多い成分はカリウムだった。次にナトリウムが多く、食品成分表の値である、1mgの70倍だっ

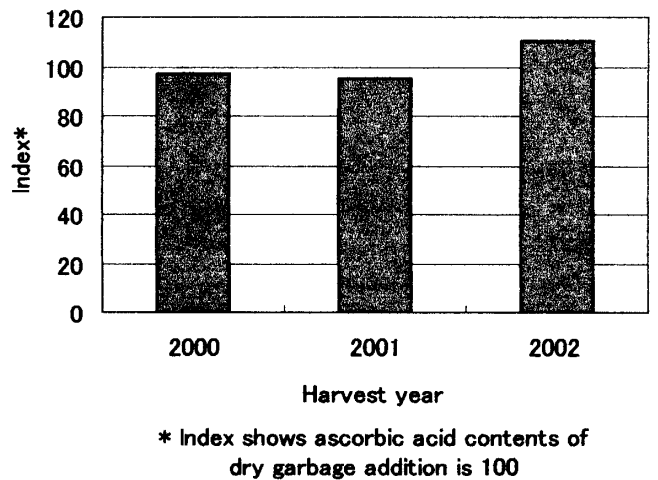


Fig. 10 Effect of bamboo charcoal addition on total ascorbic acid content of *Shishitougarashi*

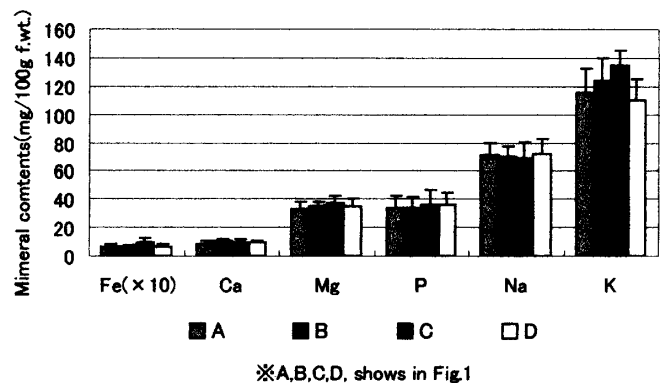


Fig. 11 Mineral content of *Shishitougarashi* (2002)

た。土壤にナトリウムが増えすぎると植物に塩障害を引き起こす可能性がある。

そこで、シシトウガラシのナトリウム含量に及ぼす、竹炭添加の影響を3年間で比較したところ、2002年度と2000年度を比べると、竹炭の添加の有無にかかわらずすべてにおいて、2倍以上に多くなった (Fig. 12)。この原因として、降水量が少なかったため、生ごみ中の塩分が洗い流されなかったこと、連作によりナトリウムが土壤中に蓄積したことが考えられる。生ごみと竹炭添加乾

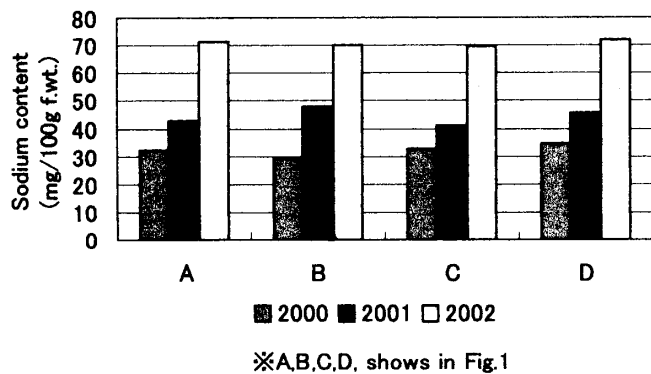


Fig. 12 Sodium content of *Shishitougarashi*

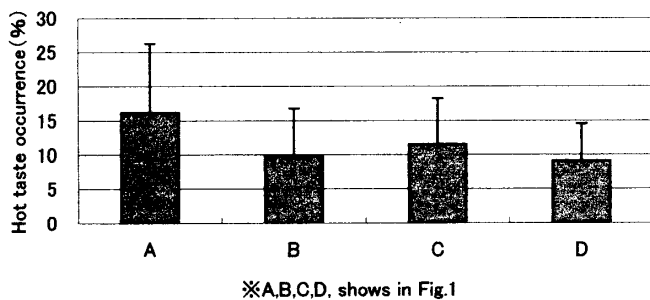


Fig. 13 Hot taste of *Shishitougarashi* at different soil condition (2002)

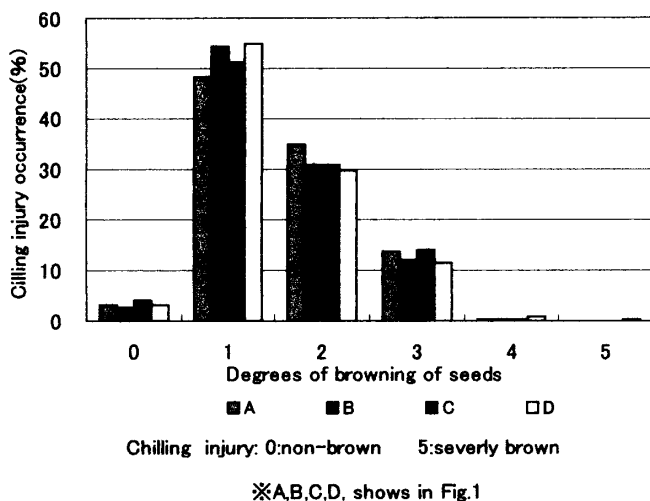


Fig. 14 Chilling injury occurrence of *Shishitougarashi* seeds (2002)

燥生ごみの比較では、どの年度を見ても、大きな差はなかった。土壤条件によるナトリウム含量の変化がないことから、竹炭の添加は、土壤中のナトリウムを取り除く効果はないと考えられる。

5) シシトウガラシの辛味発現

トウガラシ類は辛味成分としてカプサイシンを含んでいる。しかし、極端な辛味は一般的に日本人には好まれない。空煎りすることによるシシトウガラシの辛味は、対照よりも、生ごみや竹炭、生ごみに竹炭を加えたもので抑制した (Fig. 13)。辛味の発現は、乾燥生ごみの肥料成分や竹炭の多孔質性からくる保水性による効果と土壤条件の影響を受けるものと考えられる。

6) シシトウガラシの低温保存に伴う種子褐変の発生

シシトウガラシを5℃で1週間保存したところ、ほとんどの種子で低温障害が発生したが、その程度は、比較的低い結果となった。種子の褐変度が高い、2や3において、対照と比べ、生ごみや竹炭、生ごみに竹炭を加えたもので、発生の程度が多少抑えられた (Fig. 14)。このことから低温障害発生も、辛味発現と同じように、土壤条件の影響を受けるものと考えられる。

要 約

竹炭添加乾燥生ごみは、竹炭の添加量を増加することで、水分以外の油分、塩分の含有量と臭気発生量が減少することがわかった。トウガラシ類の栽培実験では、生ごみに竹炭を5%加えて乾燥させたものでは、収穫量と根重量が増加したが、シシトウガラシの総アスコルビン酸と無機成分含有量、辛味発現と低温障害発生には、明らかな影響は見られなかった。

以上より、竹炭を使うことで、地域環境の保全と、生ごみの肥料化への有効利用が図れることから、循環型社会における1つのモデルとして提案できると考える。

本研究の一部は、文部科学省科学研究費 (基盤研究 B.1, 14380036) により行なわれた。

参考文献

- 1) たしかな目 125 国民生活センターの商品テストとくらしの情報誌 (1997)
- 2) 高月紘 残飯考 食の科学 187 p.18-34 (1993)
- 3) 老山勝 残飯再考 食の科学 192 p.18-35 (1994)
- 4) 池田こみち・岸輝親・三樹尚子・山内文男 食生活と環境問題 食の科学 212 p.26-61 (1995)
- 5) 環境と調和した食生活をめざして (財) 食生活情報サービスセンター (1995)
- 6) 成田重行 竹 エコロジカルな素材と現代の生活 ヒューマンルネッサンス研究所 (1995)

- 7) 内村悦三・谷田貝光克・細川健次 竹炭・竹酢液の
利用事典 創森社 (1999) p.181-183 養賢堂 (1981)
- 8) 清岡高敏 竹資源 マネジメント社 (2001) 10) 日本食品工業学会食品分析法編集委員会編 食品分
析法 p.257-416 光琳 (1982)
- 9) 大阪府立大学農学部園芸学教室編 園芸学実験