

浅尾俊樹\*・谷口久美子・冨田浩平・細木高志

島根大学生物資源科学部 690-1102 松江市上本庄町

Species Differences in the Susceptibility to Autotoxicity among Leaf Vegetables Grown in Hydroponics

Toshiki Asao\*, Kumiko Taniguchi, Kouhei Tomita and Takashi Hosoki

*Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, Kamihonjo, Matsue 690-1102*

園芸学会雑誌 第70巻 第4号 別刷

2001年7月15日

Reprinted from Journal of the Japanese Society for Horticultural Science  
Vol. 70. No. 4, p. 519-521. 2001

## 葉菜類の養液栽培における自家中毒の発生とその種間差異

浅尾俊樹\*・谷口久美子・富田浩平・細木高志

島根大学生物資源科学部 690-1102 松江市上本庄町

## Species Differences in the Susceptibility to Autotoxicity among Leaf Vegetables Grown in Hydroponics

Toshiki Asao\*, Kumiko Taniguchi, Kouhei Tomita and Takashi Hosoki

Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, Kamihonjo, Matsue 690-1102

## Summary

Species differences to susceptibility to autotoxicity among leaf vegetables grown in hydroponics were studied. Shoot fresh weights of parsley, celery, mitsuba, curled lettuce, head lettuce, edible burdock, garland chrysanthemum, pak-choi and kale cultured in recycled (non-renewed) nutrient solution with and without the addition of activated charcoal to the nutrient solution was compared. Among the species, parsley suffered the most severe growth inhibition in the absence of charcoal, whereas komatsuna, chinese cabbage, radish, takana, welsh onion, perilla and spinach were unaffected. Thus, all species in *Umbelliferae*, *Compositae* and some species of *Brassicaceae* showed autotoxicity.

**Key Words:** activated charcoal, autotoxicity, hydroponics, leaf vegetable.

## 緒言

著者ら(1998b)は、水耕キュウリの培養液を非交換栽培した場合、株当たりの収穫果実数が減少すること、すなわち自家中毒が起こるが、培養液に活性炭を添加すると回復することを報告した。その自家中毒の原因として、根から滲出されたアレロパシー物質を同定した(浅尾ら, 1999)。また、キュウリの自家中毒に関して品種間差があることを明らかにした(浅尾ら, 1998a)。

一方、セイトカアワダチソウなどのキク科植物にアレロパシーがみられ、自家中毒を起こすことが知られている(沼田, 1977)。他にマメ科のエンドウ(Waller, 1995)、ユリ科のアスパラガス(Young, 1984; Young・Chou, 1985)などにも自家中毒がみられ、自家中毒に関して科間差異が存在する可能性が考えられる。

そこで、本研究では、数種葉菜類を用いて、自家中毒に関する種間および科間差異について検討した。

## 材料および方法

供試種‘品種’は、アブラナ科のコマツナ(*Brassica campestris* L.)‘楽天’、ハクサイ(*Brassica campestris* L.)‘サラダ’、葉ダイコン(*Raphanus sativus* L.)‘ハットリ

くん’、チンゲンサイ(*Brassica campestris* L.)‘長陽’、タカナ(*Brassica juncea* Czern. et Coss.)‘柳川大縮緬高菜’、ケール(*Brassica oleracea* L.)‘青汁用ケール’、キク科のリーフレタス(*Lactuca sativus* L.)‘晩抽レッドファイヤー’、結球レタス(*Lactuca sativus* L.)‘岡山サラダナ’、ゴボウ(*Arctium lappa* L.)‘葉ゴボウ’、シュンギク(*Chrysanthemum coronarium* L.)‘大葉新菊’、セリ科のセルリー(*Apium graveolens* L.)‘ミニホワイト’、パセリ(*Petroselinum crispum* Nym.)‘カーリパラマウント’、ミツバ(*Cryptotaenia japonica* Hassk.)‘柳川水耕’、ユリ科のネギ(*Allium fistulosum* L.)‘博多黒ネギ’、シソ科のシソ(*Perilla ocymoides* L.)‘青シソ’およびアカザ科のホウレンソウ(*Spinacia oleracea* L.)‘オーライ’、6科16種を用いた。栽培は、島根大学生物資源科学部附属生物資源教育研究センター内の約100 m<sup>2</sup>のガラス温室で行った。播種は、バーミキュライトを入れた1セル容量約45 mlの51穴セルトレイに行った。本葉出葉後、それぞれの幼苗をウレタン4個で固定し、容量約60 literのプラスチックコンテナに定植した(第1表)。培養液は、園試処方標準液に準じ調整し、EC 2.0 dS・m<sup>-1</sup>とした(以下、基準液とする)。コンテナに培養液を50 liter入れ、エアーポンプ(3.8 liter・min<sup>-1</sup>)で通気した。2週毎にN, P, K, Ca, MgおよびFeを基準液と同じ濃度に調整する区(無添加区)およびそれに活性炭を添加する区(添加区)を設けた。これは根から滲出する生育抑制物質すなわちア

2000年9月22日 受付。2000年12月8日 受理。

\*Corresponding author.

**Table 1.** The date of transplanting, and termination of culture, and the number of plants tested.

| Crops                      | Transplanting date (month/day) | Termination date of culture (month/day) |
|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| <i>Brassicaceae</i>        |                                |                                         |
| Komatsuna(18) <sup>z</sup> | 6/ 3                           | 6/16                                    |
| Chinese cabbage(6)         | 9/ 4                           | 10/20                                   |
| Radish(12)                 | 11/ 1                          | 12/ 8                                   |
| Pak-choi(18)               | 11/11                          | 12/16                                   |
| Takana(12)                 | 11/17                          | 12/18                                   |
| Kale(12)                   | 11/18                          | 12/17                                   |
| <i>Compositae</i>          |                                |                                         |
| Curled lettuce(6)          | 11/ 8                          | 12/11                                   |
| Head lettuce(12)           | 11/17                          | 12/18                                   |
| Edible burdock(18)         | 11/ 1                          | 12/ 9                                   |
| Garland chrysanthemum(18)  | 11/29                          | 12/28                                   |
| <i>Umbelliferae</i>        |                                |                                         |
| Celery(36)                 | 12/ 1                          | 1/31                                    |
| Parsley(18)                | 11/30                          | 1/28                                    |
| Mitsuba(180)               | 12/22                          | 2/11                                    |
| <i>Liliaceae</i>           |                                |                                         |
| Welsh onion(36)            | 8/19                           | 9/30                                    |
| <i>Labiatae</i>            |                                |                                         |
| Perilla(6)                 | 7/22                           | 8/24                                    |
| <i>Chenopodiaceae</i>      |                                |                                         |
| Spinach(18)                | 11/ 5                          | 12/14                                   |

<sup>z</sup> Number of plants per container. Three repetitions.

**Table 2.** Comparison of relative growth of leaf vegetables grown in recycled nutrient solution with and without activated charcoal<sup>z</sup>.

| Crops                 | Maximum leaf length (%) | Maximum leaf width (%) | Maximum root length (%) | Fresh weight of shoot (%) | Dry weight of shoot (%) | Dry weight of root (%) |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|
| Komatsuna             | 97 NS <sup>y</sup>      | 107 NS                 | 93 NS                   | 85 NS                     | 95 NS                   | 105 NS                 |
| Chinese cabbage       | 98 NS                   | 100 NS                 | 98 NS                   | 111 NS                    | 104 NS                  | 125 NS                 |
| Radish                | 102 NS                  | 102 NS                 | 102 NS                  | 107 NS                    | 116 NS                  | 121 NS                 |
| Pak-choi              | 63 <sup>x</sup> **      | -                      | 52 **                   | 65 **                     | 77 **                   | 144 **                 |
| Takana                | 107 <sup>x</sup> NS     | -                      | 96 NS                   | 108 NS                    | 115 NS                  | 142 **                 |
| Kale                  | 71 <sup>x</sup> **      | -                      | 66 **                   | 59 **                     | 67 **                   | 75 NS                  |
| Curled lettuce        | 79 **                   | 79 **                  | 73 **                   | 59 **                     | 82 *                    | 81 *                   |
| Head lettuce          | 91 **                   | 94 *                   | 70 **                   | 81 **                     | 94 *                    | 80 **                  |
| Edible burdock        | 49 <sup>x</sup> **      | -                      | 66 **                   | 45 **                     | 73 **                   | 83 **                  |
| Garland chrysanthemum | 81 **                   | 85 **                  | 58 **                   | 55 **                     | 69 **                   | 65 **                  |
| Celery                | 63 **                   | -                      | 80 *                    | 32 **                     | 34 **                   | 94 NS                  |
| Parsley               | 50 **                   | -                      | 47 **                   | 22 **                     | 32 **                   | 50 **                  |
| Mitsuba               | 94 NS                   | 103 NS                 | 101 NS                  | 92 **                     | 92 *                    | 125 NS                 |
| Welsh onion           | 107 *                   | -                      | 109 NS                  | 118 NS                    | 113 NS                  | 126 NS                 |
| Perilla               | - <sup>w</sup>          | -                      | -                       | 99 NS                     | 97 NS                   | 98 NS                  |
| Spinach               | 100 NS                  | 100 NS                 | 81 *                    | 99 NS                     | 100 NS                  | 124 NS                 |

<sup>z</sup> Non-charcoal/Charcoal treatment × 100 (%).

<sup>y</sup> Significant at 5% level (\*), 1% level (\*\*), and not significant (NS) by *t*-test.

<sup>x</sup> Leaf area was measured instead of maximum leaf length.

<sup>w</sup> No data.

レロパシー物質を活性炭に吸着させ、自家中毒の有無について検討するためである。活性炭は1コンテナ当たり300g添加し、2週毎に交換した。なお各区とも3コンテナずつ栽培を行った。実験終了時の最大葉長および最大葉幅(供試種によっては最大葉面積)、最大根長、地上部の生体重、地上部および地下部の乾物重について調査した。

### 結果および考察

最大葉長および最大葉幅(供試種によっては最大葉面積)についてみると、活性炭無添加によって最も伸長が抑制されたのは葉ゴボウおよびパセリで、無添加区の最大葉長は添加区の約半分であった(第2表)。チンゲンサイ、ケール、リーフレタス、サラダナ、シュンギクおよびセルリーでは、無添加区の最大葉長は添加区の63~94%であった。ネギでは、添加区に比べて無添加区でわずかに大きく、他の葉菜類には活性炭無添加の有意な影響はみられなかった。

最大根長についてみると、活性炭無添加によって最も伸長が抑制されたのはチンゲンサイおよびパセリで、無添加区では添加区と比べてそれぞれ52および47%であった。ケール、リーフレタス、サラダナ、葉ゴボウ、シュンギク、セルリーおよびハウレンソウでも伸長が有意に抑制され、無添加区では添加区の58~81%の値を示した。他の葉菜類には活性炭無添加の有意な影響は認められなかった。

地上部の生体重および乾物重についてみると、活性炭無添加によって最も増加が抑制されたのはパセリで、無添加区では添加区と比べてそれぞれ22および32%であった(第1図)。セルリー、チンゲンサイ、ケール、リーフ

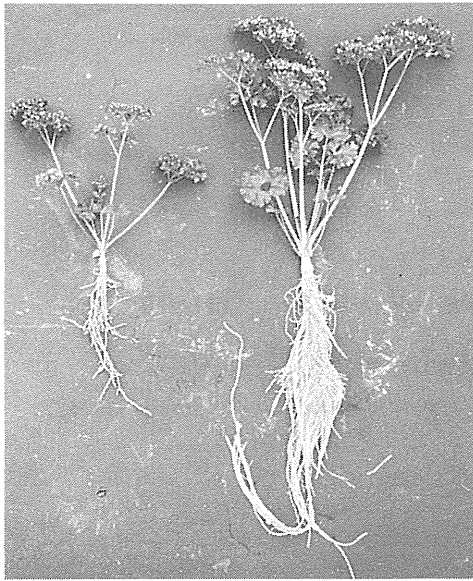


Fig. 1. Parsley seedlings cultured by hydroponics without activated charcoal (left) and with activated charcoal (right).

レタス, サラダナ, 葉ゴボウ, シュンギクおよびミツバでも増加が有意に抑制され, 無添加区の地上部の生体重および乾物重は添加区のそれぞれ32~92%, 34~94%であった. 他の葉菜類には活性炭無添加の有意な影響はみられなかった.

地下部の乾物重についてみると, 活性炭無添加によって最も増加が抑制されたのはパセリで, 無添加区では添加区と比べて50%であった. リーフレタス, サラダナ, 葉ゴボウおよびシュンギクでも増加が有意に抑制され, 無添加区では添加区の65~83%の値を示した. 他の葉菜類には活性炭無添加の有意な影響はみられなかった. なお, チンゲンサイおよびタカナでは添加区と比べて無添加区でやや大きかった.

以上の結果より, 培養液非交換で栽培した場合には, 多くの葉菜類において生育の抑制が認められた. 一方, 培養液に活性炭を添加すると生育が回復した. これは根から滲出するアレロパシー物質が活性炭に吸着されたためと考えられる.

活性炭添加区および無添加区について葉菜類の収量にあたる地上部の生体重を比較した結果, セリ科のセルリー, パセリおよびミツバ, キク科のリーフレタス, 結球レタス, ゴボウおよびシュンギク, ならびにアブラナ科のチンゲンサイおよびケールには自家中毒が認められた. また, アブラナ科のコマツナ, ハクサイ, 葉ダイコンおよびタカナ, ユリ科のネギ, シソ科のシソおよびアカザ科のハウレンソウには自家中毒はみられなかった. 猪谷ら(1998)は, 雑草でアレロパシー活性に科間差異があることを報告している. また, セリ科のミツバでは, 自家中毒物質プロピオン酸等の有機酸の蓄積で生育抑制が報告されている(甲田ら, 1980). 本研究でも葉菜類で種間および科間差異が認められ, 供試した葉菜類の半数以

上で自家中毒がみられた. 今後, 自家中毒を示す葉菜類を培養液非交換で養液栽培する場合, 活性炭を添加する等の方法で自家中毒を回避する必要があると考えられた.

## 摘 要

養液栽培された葉菜類について, 自家中毒の種間差異について検討した. 6科16種の葉菜類を活性炭添加および無添加の条件において培養液非交換で栽培した. 葉菜類の収量にあたる地上部の生体重は, パセリ, セルリー, ミツバ, リーフレタス, サラダナ, 葉ゴボウ, シュンギク, チンゲンサイおよびケールで活性炭添加区に比べて無添加区で劣った. 活性炭無添加による生育抑制はパセリで最も著しかった. コマツナ, ハクサイ, 葉ダイコン, ネギ, シソおよびハウレンソウでは活性炭無添加による生育の抑制はみられなかった. 以上より, セリ科, キク科および一部のアブラナ科に自家中毒を示す葉菜類がみられた.

## 引用文献

- 浅尾俊樹・大谷紀之・清水法子・梅山元正・太田勝巳・細木高志. 1998a. キュウリ幼苗のバイオアッセイによる閉鎖系養液栽培に適した品種選定の可能性. 植物工場学会誌. 10:92-95.
- 浅尾俊樹・M. H. R. Pramanik・富田浩平・大場友美子・太田勝巳・細木高志・松井佳久. 1999. 水耕栽培キュウリの培養液から分離したフェノール物質が果実収量に及ぼす影響. 園学雑. 68:847-853.
- 浅尾俊樹・梅山元正・太田勝巳・細木高志・伊藤憲弘・植田尚文. 1998b. 水耕キュウリの培養液非交換による収量の減少と活性炭添加による回復. 園学雑. 67:99-105.
- 猪谷富雄・平井健一郎・藤井義晴・神田博史・玉置雅彦. 1998. サンドイッチ法による雑草および薬用植物のアレロパシー活性の検索. 雑草研究. 43:258-266.
- 甲田暢男・宇田川雄二・荻原佐太郎・広保 正. 1980. ミツバの水耕液に対する活性炭の添加効果. 第2報. 有機酸の影響と除去効果. 園学要旨. 昭55秋:224-225.
- 沼田 真. 1977. 植物群落と他感作用. 化学と生物. 15:412-418.
- Waller, G. R., C. S. Cheng, Chang-Hung Chou, D. Kim, C. F. Yang, S. C. Huang and Y. F. Lin. 1995. Allelopathic activity of naturally occurring compounds from mung beans (*Vigna radiata*) and their surrounding soil. p.242-257. In: Inderjit, K. M. M. Dakshini and F. A. Einhellig (eds.). Allelopathy-organisms, processes and applications. American chemical society, Washington DC.
- Young, C. C. 1984. Autointoxication in root exudates of *Asparagus officinalis* L. Plant and Soil 82:247-253.
- Young, C. C. and T. C. Chou. 1985. Autointoxication in residues of *Asparagus officinalis* L. Plant and Soil 85:385-393.