

水耕栽培における施肥管理および栽培時期がミツバ (*Cryptotaenia japonica* Hassk.) の収量および品質に及ぼす影響

誌名	日本食品保蔵科学会誌
ISSN	13441213
著者名	嘉悦,佳子 森川,信也 磯部,武志 中村,謙治
発行元	日本食品保蔵科学会
巻/号	37巻5号
掲載ページ	p. 217-225
発行年月	2011年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



水耕栽培における施肥管理および栽培時期が ミツバ (*Cryptotaenia japonica* Hassk.) の 収量および品質に及ぼす影響

嘉悦佳子*¹・森川信也*¹・磯部武志*¹
中村謙治*²・阿部一博*³

* 1 大阪府環境農林水産総合研究所

* 2 エスペックミック (株)

* 3 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科

Effect of Fertilizer Application Method and Cultivation Season on Yield and Quality of Solution-cultured Japanese Hornwort (*Cryptotaenia japonica* Hassk.)

KAETSU Keiko*¹, MORIKAWA Shinya*¹, ISOBE Takeshi*¹,
NAKAMURA Kenji*² and ABE Kazuhiro*³

* 1 *Research Institute of Environment, Agriculture and Fisheries, Osaka Prefectural Government, 442 Shakudo, Habikino, Osaka 583-0862*

* 2 *Especmic Corp, 3-11-17 Ikeda, Neyagawa, Osaka 572-0039*

* 3 *Graduate School of Agriculture and Biological Science, Osaka Prefecture University, 1-1 Gakuen-cho Naka-ku, Sakai, Osaka 599-8531*

In order to reduce excessive nitrate ion concentrations in vegetables, which may be one of the causes of high blood levels of methemoglobin, the effect of organic fertilizer on yield in hydroponics and the nitrate ion concentration in Japanese hornwort cultivated using the deep-flow technique was evaluated. To investigate seasonal variability, one series of experiments was conducted in three seasons, namely, spring, summer, and autumn. The nitrate ion concentration in Japanese hornwort decreased with the increasing proportion of organic fertilizer to total fertilizer applied; Japanese hornwort plants grown in culture medium containing both organic and chemical fertilizers were able to reduce the nitrate concentration compared with those grown in culture medium containing only chemical fertilizer. In spring and autumn, the nitrate concentration of Japanese hornwort grown in culture medium containing only organic fertilizer was the lowest, although plant height was the lowest. Additionally, when using hydroponics with Japanese hornwort cultured in medium containing only organic fertilizer, it was necessary to lower the temperature of the hydroponic solution to below 25°C. These results suggest that a reduction in nitrate ion concentration, whilst maintaining the yield of hydroponically grown plants, is possible in Japanese hornwort when chemical fertilizer is used together with organic fertilizer.

(Received Oct. 6, 2010; Accepted Jul. 11, 2011)

Key words : *cultivation season, hydroponics, Japanese hornwort, nitrate ion concentration, organic fertilizer*
栽培時期, 水耕栽培, ミツバ, 硝酸イオン濃度, 有機質肥料

大阪府では、大阪の食文化に根差した農産物の中から、府内で一定量の生産があり、独自の栽培技術で生産されている21品目を「なにわ特産品」として認証されている^{1)~3)}。ミツバは「なにわ特産品」の中で主要な作物で

* 1 〒583-0862 大阪府羽曳野市尺度442

§ Corresponding author, E-mail: kaetsuk@mbox.epcc.pref.osaka.jp

* 2 〒572-0039 大阪府寝屋川市池田3-11-17

* 3 〒599-8531 大阪府堺市中区学園町1-1

あり、大阪府内では泉州地域を中心に生産されており、全国第7位の出荷量および全国第8位の作付面積を誇る⁹⁾。生産者は、昭和40年代からミツバの水耕栽培に取り組み、現在、大阪府産ミツバの多くは湛液型水耕栽培(作付面積の約85%)で生産されている^{5),9)}。

しかし、水耕栽培で生産したミツバでは、硝酸イオン濃度が約8,000ppmとなったとの報告がある⁷⁾。植物は、窒素肥料の過剰供給や日照不足が要因となっており、硝酸イオンを葉に蓄積する性質がある^{8),9)}。硝酸イオンは、多量摂取によりメトヘモグロビン血症や生殖機能障害などの健康に悪影響があることが報告されていることから¹⁰⁾、ミツバに含まれる硝酸イオン濃度を低下させる栽培技術の開発が求められている。

筆者らは、これまでに「なにわの伝統野菜」の一種である‘毛馬’キュウリの湛液型水耕栽培において、慣行法である化学肥料の代わりに有機質肥料を施用すると‘毛馬’キュウリ果実中の硝酸イオン濃度を低下することを報告した¹¹⁾。

そこで、本研究では、ミツバの湛液型水耕栽培において、化学肥料の代わりに有機質肥料を施用して、慣行の化学肥料を施用した水耕栽培と比較することにより、有機質肥料の施用がミツバに含まれる硝酸イオンに及ぼす影響を明らかにした。また、ミツバを春作と夏作ならびに秋作で栽培することで、栽培時期の差異が有機質肥料を施用した水耕栽培におけるミツバの品質に及ぼす影響を検証した。

実験材料および実験方法

1. 栽培方法

300ブロックのウレタンマット2枚にミツバ‘白茎三ツ葉’(タキイ種苗)を1ブロックあたり20粒程度となるよう播種した。立枯病と根腐病対策として播種の前日に種子の殺菌を行った。播種後、人工気象器(気温:25℃)内で育苗して、1試験区あたり62ブロックずつ定植し、循環型湛液水耕栽培を行った。栽培装置は、栽培槽と貯水槽には樹脂製容器を使用した。栽培槽中に十分な溶存酸素が存在するようにエアープンプによる曝気を行い、栽培槽とその下部に設けた貯水槽の間をポンプにより常時培養液を循環させて栽培を行った。なお、栽培槽と貯水槽の水量と合わせると、試験区の水量は110ℓであった。

春作は、2009年2月24日に播種し、同年3月12日に定植した。栽培期間中の施設内の平均気温は15.2℃で、平均相対湿度は62.5%であった。また、夏作は、2009年5月13日に播種し、同年6月5日に定植した。栽培期間中の施設内の平均気温は28.7℃で、平均相対湿度は72.1%であった。秋作は、2009年9月18日に播種し、同年10月5日に定植し、栽培期間中の施設内の平均気温は18.9℃で、平均相対湿度は74.2%であった。

2. 設定試験区

春作は、元肥と追肥ともに有機質肥料のみを施用した有機区、有機質肥料と化学肥料を元肥とし、有機質肥料のみを追肥したハイブリッド100区、有機質肥料50%と化学肥料50%を追肥したハイブリッド50区、化学肥料のみを施用し有機区と同量の全窒素換算量の化学肥料を追肥した無機区、施肥の窒素量を考慮せず慣行法と同様にECで化学肥料を施用した対照区の5試験区で栽培を行った。

また、夏作は、春作と同様である有機区、ハイブリッド100区、ハイブリッド50区、無機区の4試験区に、有機質肥料と化学肥料を元肥として、追肥に有機質肥料10%と化学肥料90%を施用したハイブリッド10区、化学肥料のみを追肥したハイブリッド0区の2試験区を加えた6試験区で栽培を行った。

秋作は、夏作と同様の6試験区で行った。

3. 施肥管理

春作の対照区および春作・夏作・秋作の無機区の元肥は、化学肥料であるマツザキ1号と2号(N10.4%, P₂O₅ 2.1%, K₂O 14.4%)を大塚A処方¹²⁾で施用した。対照区は、培養液をEC約3.0dS/mで管理し、これに従って追肥した。春作・夏作・秋作の有機区、ハイブリッド100区、ハイブリッド50区、ハイブリッド10区、ハイブリッド0区に施用した有機質肥料は、コーンスターチを生産する際の産業廃棄物であるコーンステーパーカー(N3%, P3%, K2%) (以下、CSL)を施用した。篠原らが開発した有機質肥料を施用する養液栽培技術(並行複式無機化法)を参考にし¹³⁾、有機質肥料であるCSLを165gおよび土壌165gを投入し、有機態窒素が硝酸態窒素に分解するまで約2週間曝気した。ハイブリッド100区、ハイブリッド50区、ハイブリッド10区、ハイブリッド0区では、対照区の元肥の窒素供給量と同量になるように化学肥料を施用して窒素を補った。追肥は並行複式無機化法を参考にし¹³⁾、3日に1回、規定量の有機質肥料および化学肥料を培養液に添加した。また、無機区には有機区に追肥した窒素供給量と同量の化学肥料を追肥した。

4. 測定項目

栽培期間中は、ミツバの生育調査および培養液のECとpHならびに無機塩類濃度(調査項目:硝酸イオン濃度、亜硝酸イオン濃度、アンモニウムイオン濃度)を定期的に測定した。

全試験区から平均的な生育を示した10ブロックずつを収穫し、収穫物の調査(調査項目:草丈、根長、地上部生体重および乾物重、水分含量、根部乾物重、葉身のSPAD値)を行った。

また、収穫したミツバをナイフで細かく刻み、成分分析に供した。それぞれを含量によって5~30倍の純水を加えることによって希釈し、ホモジナイザー(PRO Scientific Inc. 製 PRO200Homogenizer)で粉碎後、

小型反射式光度計 (Merch社製 RQフレックス) で、各部位に含まれる硝酸イオン濃度を測定した¹⁴⁾。それぞれの測定は、3 反復行った。

春作は2009年4月25日に、夏作は同年7月23日に、秋作は同年11月13日に収穫し、上記の測定を行った。

実験結果

1. ミツバ湛液型水耕栽培【春作】

(1) 生育および収量 栽培中のミツバ草丈の変化をFig.1-Iに示した。ハイブリッド100区とハイブリッド50区および無機区と対照区の4試験区は同様に生長し、収穫時の草丈も同等であった。しかし、有機区は、他の4試験区と比較して、生長が遅延した。また、春作における水耕栽培装置中の培養液温度は、栽培期間を通じて約20℃で推移した (Fig.1-II)。

収穫物の調査結果をTable 1に示した。草丈は、ハイブリッド100区とハイブリッド50区で最も高く、ついで、無機区と対照区で、最も低かったのは有機区であった。また、根は有機区で最も長かった。次に、地上部生体重量は、ハイブリッド100区とハイブリッド50区、対照区で最も大きく、ついで、無機区で、最も小さかったのは有機区であった。地上部乾物重は、ハイブリッド100区とハイブリッド50区、無機区、対照区で同等であり、有機区のみが小さかった。また、水分含量は全試験区で同等であった。根部乾物重は、有機質肥料を施用した割合が高い有機区とハイブリッド100区、ハイブリッド50区で大きく、無機区と対照区で小さかった。葉身のSPAD値は、有機区で最も小さく、ついで、ハイブリッド100区とハイブリッド50区で、最も大きかったのは無機区と対照区であった。

(2) 培養液に含まれる窒素形態 春作のミツバ湛液型水耕栽培の培養液に存在する硝酸イオン濃度と亜硝酸イオン濃度ならびにアンモニウムイオン濃度の推移結果をFig.2に示した。有機区の硝酸イオン濃度は栽培初

期に約200ppmであったが、栽培中に低下し、栽培開始から2週間後および収穫時には検出されなかった。また、他の4試験区の硝酸イオン濃度は、栽培初期には同様に

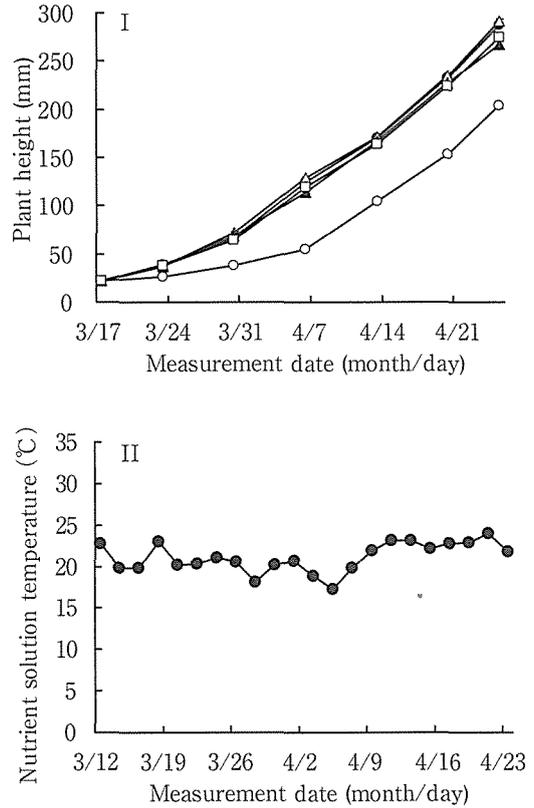


Fig. 1 Changes in plant height of Japanese hornwort (I) and temperature of the hydroponic solution (II) in spring

I : ○ : Organic fertilizer (100%) ; ● : Hybrid (additional organic fertilizer 100%) ; △ : Hybrid (additional organic fertilizer [50%] and chemical fertilizer [50%]) ; ▲ : Chemical fertilizer (100%) ; □ : Chemical fertilizer (100%, conventional method)

Table 1 Effect of the fertilizer application method on yield and quality of Japanese hornwort in spring

Fertilizer application method	Plant height (mm)	Root length (mm)	Leaf and leafstalk			Root		SPAD
			Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Water content (%)	Dry weight (g)		
O	203.4 c ^z	244.5 a	19.2 c	1.3 b	93.3 a	0.76 a	29.2 d	
H100	287.5 a	175.0 ab	33.0 ab	2.2 a	93.4 a	0.72 a	34.8 bc	
H50	291.1 a	190.7 ab	33.5 a	2.3 a	93.3 a	0.63 ab	34.6 bc	
C	267.3 b	149.8 c	30.9 ab	2.3 a	92.7 a	0.44 b	35.9 ab	
CC	274.2 b	162.1 bc	29.4 b	2.0 a	92.9 a	0.43 b	36.6 a	

^z : Different letters indicate significant difference between the means at a 5% level (Fisher's least significant difference [LSD] test).

O : Organic fertilizer (100%)

H100 : Hybrid (additional organic fertilizer [100%])

H50 : Hybrid (additional organic fertilizer [50%] and chemical fertilizer [50%])

C : Chemical fertilizer (100%)

CC : Chemical fertilizer (100%, conventional method)

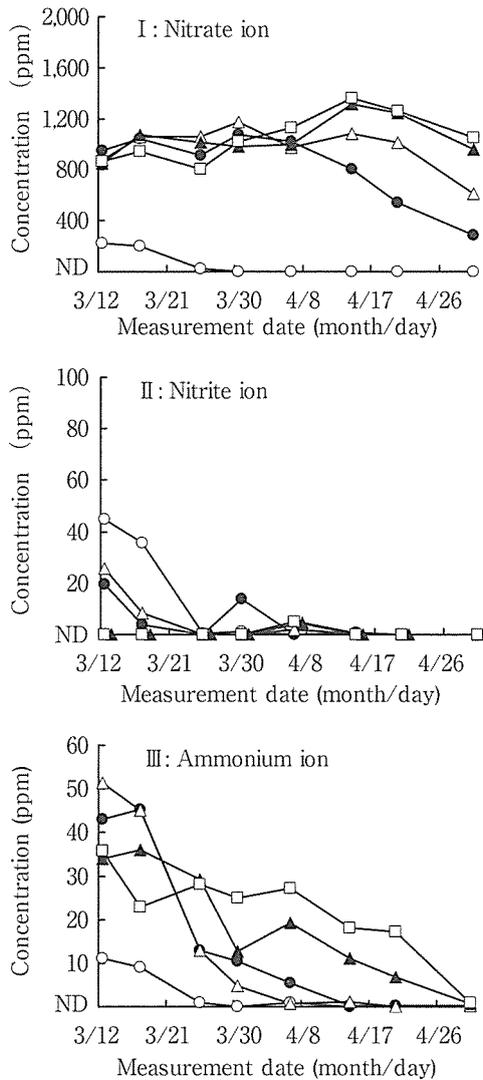


Fig. 2 Changes in nitrate (I), nitrite (II) and ammonium (III) ion concentrations of the hydroponic solution in spring

○:O;●:H100;△:H50;▲:C;□:CC (shown in Table 1)

推移していたが、栽培が進むにつれてその差が現れて、栽培後期には全施肥量中の有機質肥料の割合が高い順に小さかった。よって、全施肥量中の有機質肥料の割合が高いほど、培養液中の硝酸イオン濃度が低かった。亜硝酸イオン濃度は、有機区とハイブリッド100区およびハイブリッド50区で栽培中に低下し栽培後期には検出されなかった。無機区と対照区では栽培中に検出されなかった。アンモニウムイオン濃度は全試験区で栽培中に低下し、栽培後期には検出されなかった。

(3) ミツバに含まれる硝酸イオン濃度 春作のミツバ湛液型水耕栽培における収穫物中の硝酸イオン濃度の測定結果をFig. 3に示した。ミツバ中の硝酸イオン濃度は、約5,900ppm存在した対照区で最も高く、ついで、無機区で約4,400ppm、ハイブリッド50区で約3,000ppm、ハイブリッド100区で約2,500ppmであり、最も低かった

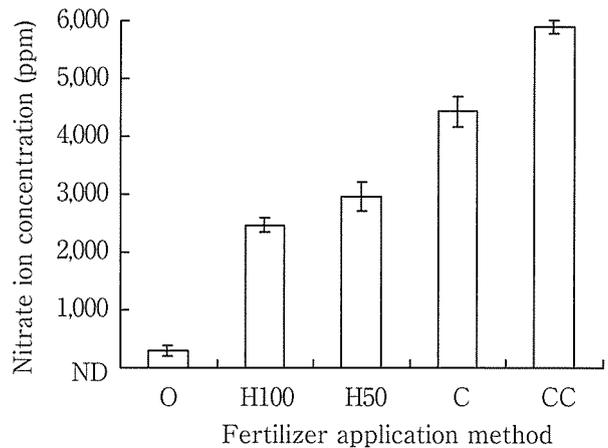


Fig. 3 Effect of the fertilizer application method on nitrate ion concentration in Japanese hornwort in spring

Values are the means of three replicates and bars represent the S.E. The horizontal axis represents the fertilizer application method shown in Table 1.

のは約300ppm存在した有機区であった。

2. ミツバ湛液型水耕栽培【夏作】

(1) 生育および収量 栽培中のミツバ草丈の変化をFig. 4-Iに示した。春作と同様に、ハイブリッド100区、ハイブリッド50区、ハイブリッド10区、ハイブリッド0区および無機区の5試験区は同様に生長した。しかし、有機区は、他の5試験区と比較して生長が遅延・停止して販売規格に達しなかったために、最終的に収穫できなかった。夏作における水耕栽培装置中の培養液の水温は栽培初期に約25℃であったが、栽培期間中に上昇し栽培後期には約30℃以上であった (Fig. 4-II)。

収穫物の調査結果をTable 2に示した。草丈は全施肥量中に占める有機質肥料割合の高い順に高かった。有機質肥料および化学肥料を施用した中で、草丈は、最も有機質肥料の割合が高いハイブリッド100区で最も高く、ついで、ハイブリッド50区、ハイブリッド10区、ハイブリッド0区の順で高く、最も低かったのは無機区であった。また、根長、地上部生体重および乾物重、根部乾物重は、全ての試験区ともほぼ同等であり、施肥管理との関連は見られなかった。次に、水分含量はハイブリッド100区が最も多く、ついで、ハイブリッド10区で、最も少なかったのはハイブリッド50区とハイブリッド0区ならびに無機区の3試験区であった。葉身のSPAD値は、ハイブリッド10区が最も大きく、他の4試験区は同等の結果であった。

(2) 培養液に含まれる窒素形態 夏作のミツバ湛液型水耕栽培の培養液中に存在する硝酸イオン濃度と亜硝酸イオン濃度ならびにアンモニウムイオン濃度の推移結果をFig. 5に示した。硝酸イオンは有機区では栽培中に検出されなかった。また、他の5試験区の硝酸イオン

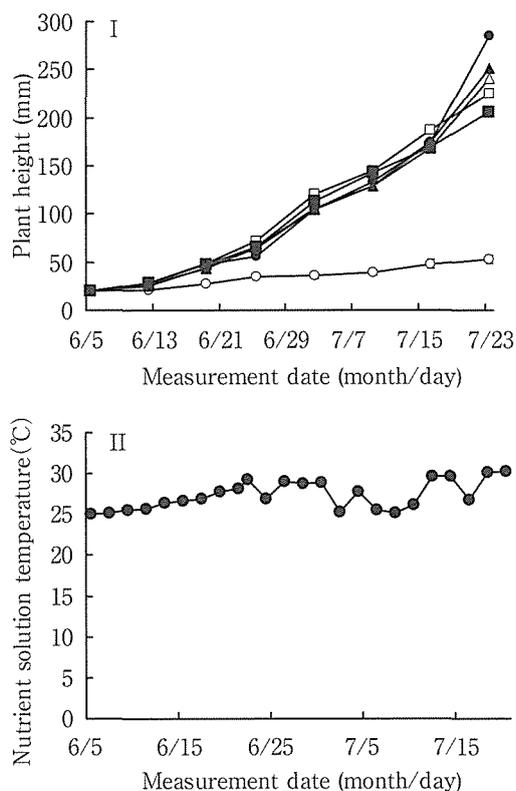


Fig. 4 Changes in plant height of Japanese hornwort (I) and temperature of the hydroponic solution (II) in summer

I : ○ : Organic fertilizer (100%) ; ● : Hybrid (additional organic fertilizer [100%]) ; △ : Hybrid (additional organic fertilizer [50%] and chemical fertilizer [50%]) ; ▲ : Hybrid (additional organic fertilizer [10%] and chemical fertilizer [90%]) ; □ : Hybrid (additional chemical fertilizer [100%]) ; ■ : Chemical fertilizer (100%)

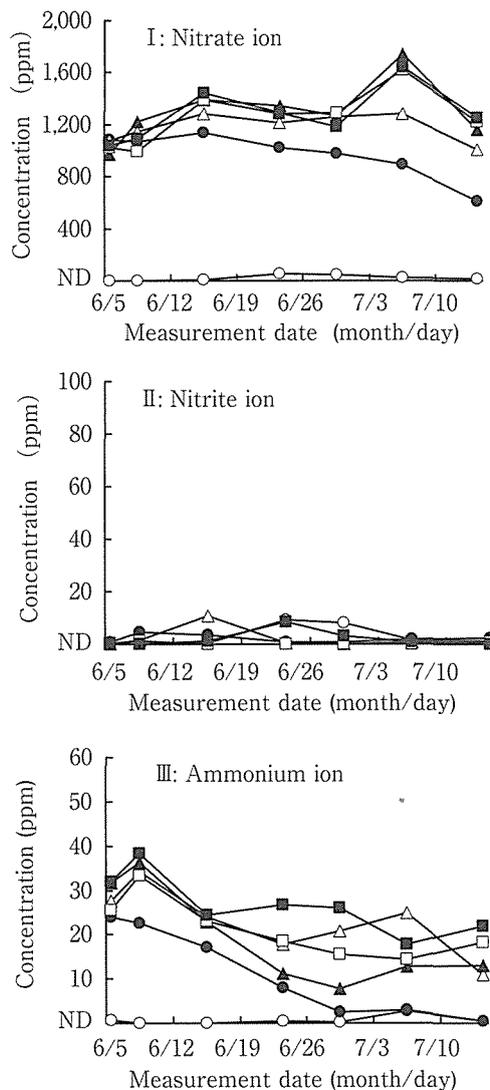


Fig. 5 Changes in nitrate (I), nitrite (II) and ammonium (III) ion concentrations of the hydroponic solution in summer

○ : Organic fertilizer100% ; ● : H100 ; △ : H50 ; ▲ : H10 ; □ : H 0 ; ■ : C (shown in Table 2)

Table 2 Effect of the fertilizer application method on yield and quality of Japanese hornwort in summer

Fertilizer application method	Plant height (mm)	Root length (mm)	Leaf and leafstalk			Root		SPAD
			Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Water content (%)	Dry weight (g)		
H100	285.5 a ^z	126.0 b	25.4 a	2.1 b	91.9 a	0.49 a	37.1 b	
H50	240.5 b	132.5 b	23.8 ab	2.6 ab	89.2 c	0.36 b	38.4 b	
H10	251.5 b	163.0 a	26.3 a	2.5 ab	90.6 b	0.36 b	40.6 a	
H 0	225.0 c	126.0 b	19.8 b	2.3 ab	88.2 c	0.46 a	36.6 b	
C	206.0 d	124.5 b	24.4 ab	2.8 a	88.6 c	0.47 a	38.5 b	

^z : Different letters indicate significant difference between the means at a 5% level (Fisher's least significant difference [LSD] test).

H100 : Hybrid (additional organic fertilizer [100%])

H50 : Hybrid (additional organic fertilizer [50%] and chemical fertilizer [50%])

H10 : Hybrid (additional organic fertilizer [10%] and chemical fertilizer [90%])

H 0 : Hybrid (additional chemical fertilizer [100%])

C : Chemical fertilizer (100%)

濃度は、栽培後期に、全施肥量中の有機質肥料の割合が高い順に低くなった。亜硝酸イオン濃度は、全試験区で約10ppm以下であった。アンモニウムイオン濃度は、有機区では検出されず、他の5試験区では栽培初期には同様に推移していたが、栽培後期には全施肥量中の有機質肥料の割合が高い順に小さくなった。

(3) ミツバに含まれる硝酸イオン濃度 夏作のミツバ湛液型水耕栽培における収穫物中の硝酸イオン濃度の測定結果をFig. 6に示した。

ミツバ中の硝酸イオン濃度は、約4,500ppm存在した無機区で最も高く、ついで、ハイブリッド0区で約4,300ppm、ハイブリッド10区で約4,100ppm、ハイブリッド50区で約3,800ppmであり、最も低かったのは約3,000ppm存在したハイブリッド100区であった。よって、春作と同様に全施肥量中の有機質肥料の割合が高いほど、培養液中の硝酸イオン濃度が低かった。

夏作におけるミツバ中の硝酸イオン濃度は、全施肥量中に占める有機質肥料の割合の増加に伴い、培養液中の硝酸イオン濃度が低下し、ミツバ中の硝酸イオン濃度も低下することが明らかになり、この結果は、春作と同様であった。

3. ミツバ湛液型水耕栽培【秋作】

(1) 生育および収量 栽培中のミツバ草丈の変化をFig. 7-Iに示した。栽培中のミツバの生育は、栽培初期は全試験区とも同様に生長した。その後、有機区は栽培中期から収穫時まで生長が遅延し、その他の5試験区は同様に生長した。秋作における水耕栽培装置中の培養液温度は、栽培初期から中期まで約25℃を維持したが、栽培後期には約20℃まで低下した (Fig. 7-II)。

収穫物の調査結果をTable 3に示した。草丈は、ハイブリッド10区で最も高く、ついで、ハイブリッド50区ならびにハイブリッド100区、ハイブリッド0区、無機区の順となり、最も低かったのは有機区であった。また、根長は、施肥管理との関連はみられなかった。

一方、地上部生体重および乾物重、水分含量、根部乾物重は、全試験区とも同様の結果であったが、葉身のSPAD値は有機区で最も小さく、その他の5試験区は同等であった。ハイブリッド100区は草丈が高いが地上部生体重が他の試験区と同等で、徒長傾向にあった。

(2) 培養液に含まれる窒素形態 秋作のミツバ湛液型水耕栽培の培養液中に存在する硝酸イオン濃度と亜硝酸イオン濃度ならびにアンモニウムイオン濃度の推移結果をFig. 8に示した。栽培初期の硝酸イオン濃度は、有機区以外の5試験区では約800ppmで同等であったが、栽培中に変化し、最終的には全施肥量中の有機質肥料の割合が高い順に低かった。一方、有機区の硝酸イオン濃度は栽培期間をとおして、約400ppm以下で推移した。よって、春作と同様に全施肥量中の有機質肥料の割合が高いほど、培養液中の硝酸イオン濃度が低かった。亜硝酸イオン濃度は、有機区で栽培初期に約100ppmで最も

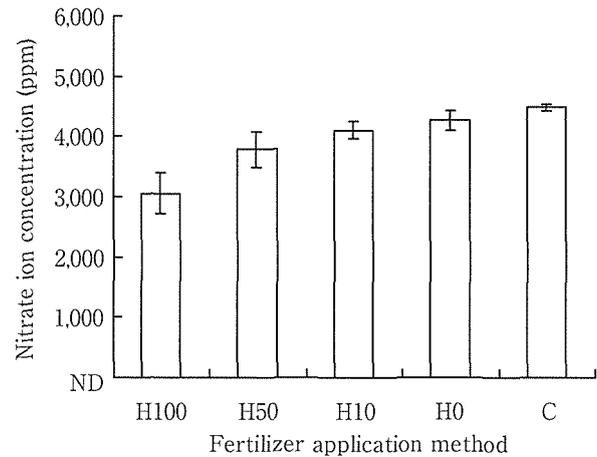


Fig. 6 Effect of the fertilizer application method on nitrate ion concentration in Japanese hornwort in summer

Values are the means of three replicates and bars represent the S.E. The horizontal axis represents the fertilizer application method shown in Table 2.

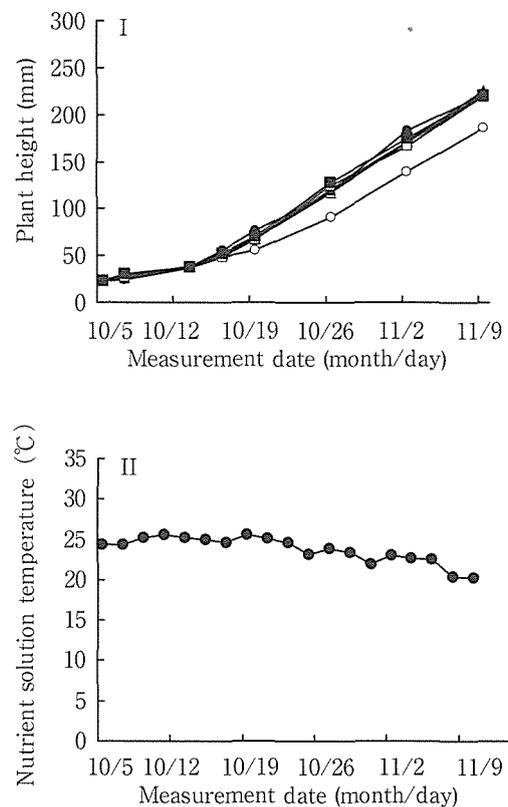


Fig. 7 Changes in plant height of Japanese hornwort (I) and temperature of the hydroponic solution (II) in autumn

I : ○ : Organic fertilizer (100%) ; ● : Hybrid (additional organic fertilizer [100%]) ; △ : Hybrid (additional organic fertilizer [50%] and chemical fertilizer [50%]) ; ▲ : Hybrid (additional organic fertilizer [10%] and chemical fertilizer [90%]) ; □ : Hybrid (additional chemical fertilizer [100%]) ; ■ : Chemical fertilizer (100%)

Table 3 Effect of the fertilizer application method on yield and quality of Japanese hornwort in autumn

Fertilizer application method	Plant height (mm)	Root length (mm)	Leaf and leafstalk			Root	SPAD
			Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Water content (%)	Dry weight (g)	
O	239.0 d ^z	161.0 b	17.1 b	0.6 b	96.3 a	0.15 a	31.7 b
H100	276.0 ab	108.0 c	18.4 ab	0.8 ab	95.9 ab	0.11 ab	35.2 a
H50	276.0 ab	173.5 b	20.2 ab	0.8 ab	96.0 a	0.09 bc	34.8 a
H10	282.0 a	201.5 a	21.5 a	0.9 a	95.9 ab	0.10 bc	35.0 a
H0	266.0 bc	172.5 b	19.8 ab	0.8 ab	96.0 a	0.05 cd	35.1 a
C	252.5 cd	199.5 a	17.6 ab	0.8 ab	95.4 b	0.03 d	36.2 a

^z : Different letters indicate significant difference between the means at a 5 % level (Fisher's least significant difference [LSD] test).

O : Organic fertilizer (100%)

H100 : Hybrid (additional organic fertilizer [100%])

H50 : Hybrid (additional organic fertilizer [50%] and chemical fertilizer [50%])

H10 : Hybrid (additional organic fertilizer [10%] and chemical fertilizer [90%])

H0 : Hybrid (additional chemical fertilizer [100%])

C : Chemical fertilizer (100%)

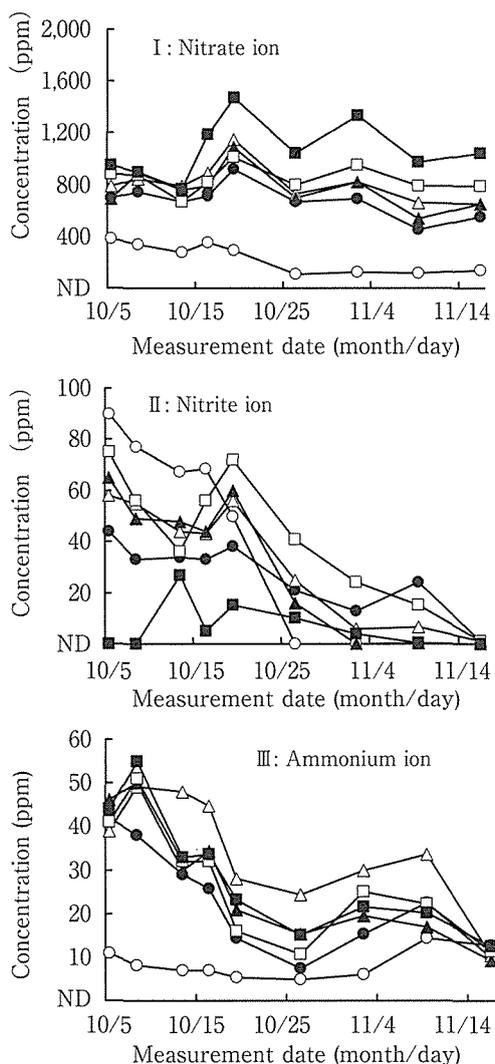


Fig. 8 Changes in nitrate (I), nitrite (II) and ammonium (III) ion concentrations of the hydroponic solution in autumn

○ : O ; ● : H100 ; △ : H50 ; ▲ : H10 ; □ : H0 ; ■ : C (shown in Table 3)

大きく、栽培中に低下して収穫時には検出しなかった。また、ハイブリッド100区、ハイブリッド50区、ハイブリッド10区、ハイブリッド0区の4試験区は有機区と同様に低下傾向であった。無機区では栽培中に検出しなかった。アンモニウムイオン濃度は、有機区以外の5試験区は栽培初期に約40ppmで同等であったが、栽培中に低下し、収穫時には4試験区とも約10ppmであった。有機区は栽培期間をとおして約10ppmを維持した。

(3) ミツバに含まれる硝酸イオン濃度 秋作のミツバ湛液型水耕栽培における収穫物中の硝酸イオン濃度の測定結果をFig. 9に示した。

ミツバ中の硝酸イオン濃度は、約5,100ppm存在した無機区で最も高く、ついで、ハイブリッド0区で約4,600ppm、ハイブリッド10区で約4,000ppm、ハイブリッド

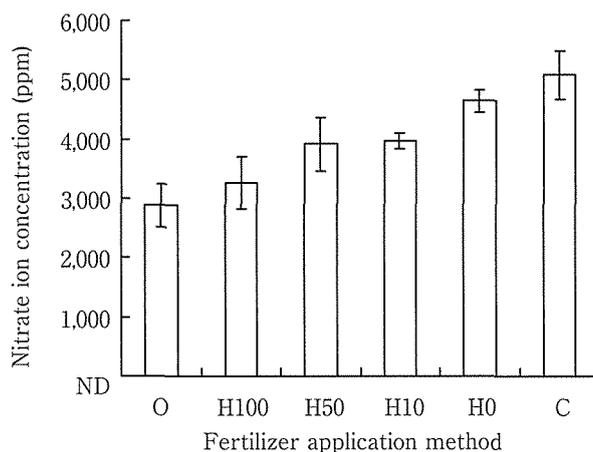


Fig. 9 Effect of the fertilizer application method on nitrate ion concentration in Japanese hornwort in autumn

Values are the means of three replicates and bars represent the S.E. The horizontal axis represents the fertilizer application method shown in Table3.

50区で約3,900ppm, ハイブリッド100区で約3,300ppmであり, 最も低かったのは約2,900ppm存在した有機区であった。

秋作におけるミツバ中の硝酸イオン濃度は, 全施肥量中に占める有機質肥料の割合の増加による培養液中の硝酸イオン濃度の低下に伴って, 低下することが明らかになり, この結果は, 春作と同様であった。

考 察

本研究では, ミツバの湛液型水耕栽培において, 施用する有機質肥料の割合が多いほど, 収穫物の硝酸イオン濃度が低下した。葎田らは, ホウレンソウの土耕栽培において, 有機質肥料を施用すると, 土壌中の硝酸イオン濃度が低下したため, 化学肥料を施用した慣行栽培より収穫物に含まれる硝酸イオン濃度が低下したと報告している¹⁹⁾。また, ホウレンソウの水耕栽培において, 供給される硝酸態窒素が少なくアンモニア態窒素が多い場合, 植物体はアンモニア態窒素を多く吸収することが報告されている¹⁰⁾。一方, 本試験の春作と秋作の結果から, 有機質肥料のみを施用すると, 培養液中の硝酸イオン濃度が低い状態で, アンモニウムイオン濃度や亜硝酸イオン濃度が栽培初期に増加して消長した (Fig.2, Fig.8)。このことから, ミツバが硝酸イオンの代わりにアンモニウムイオンと亜硝酸イオンの窒素形態で吸収したと考えられた。したがって, ミツバの湛液型水耕栽培において, 有機質肥料を施用すると, ミツバに蓄積する硝酸イオンが低減したと考えられた。

栽培時期について, 春作や秋作では, 培養液温度が約20℃から約25℃までに維持し, 有機質肥料のみを施用してミツバを水耕栽培できた。しかし, 夏作では, 日中の培養液温度が30℃以上になり, 有機質肥料のみを施用してミツバを水耕栽培することはできなかった。有機質肥料を分解する硝化菌は高温で死滅すると報告されており, これにより, 夏の高温時は硝化菌の働きが安定せず, 有機質肥料の分解ができなかったことが原因と考えられた¹³⁾。また, 高温のため有機物が腐敗した可能性もあり, 水温が上昇しやすい夏季の高温条件においては栽培管理の不安定さが明確になり, 有機質肥料を水耕栽培で施用することは困難であった。したがって, 有機質肥料のみを施用した水耕栽培には, 培養液温度を約25℃以下で管理することが重要であった。

また, 有機質肥料のみを施用したミツバの水耕栽培は, 化学肥料での栽培に比べ生長が遅延することから, 篠原らが報告している規定の有機質肥料施用量では湛液型水耕栽培のミツバの生育に不十分と考えられた。有機質肥料のみを施用した水耕栽培でのミツバの生産の安定化に向けて, より多くの有機質肥料を施用するためには, より多くの曝気を行って硝化に必要な溶存酸素量を増加したり, 有機質肥料の施用を3日に1回ではなく, タイマー等を使用し1日数回等の時間単位で小まめに投入した

りして, 本研究で明らかになった有機質肥料のみを施用した水耕栽培の問題点を解決する技術の確立が必要である。

以上の結果から, ミツバにおける有機質肥料と化学肥料を併用した栽培では, 慣行の化学肥料による栽培と同等の収量が得られたことに加えて, ミツバ中の硝酸イオンを低減することが示唆された。

要 約

メトヘモグロビン血症の原因といわれている野菜に含まれる硝酸イオンの低減を目的とし, 化学肥料の代わりに有機質肥料を施用したミツバの湛液型水耕栽培を行った。また, 栽培時期の差異が有機質肥料を施用したミツバ水耕栽培およびミツバの品質に及ぼす影響について検討した。

ミツバの硝酸イオン濃度は, 全施肥量中に占める有機質肥料割合の増加に伴い低下した。有機質肥料のみを施用してミツバを栽培すると化学肥料のみを施用する慣行法に比べ作物中の硝酸イオン濃度は著しく低減できるが, 明らかな生長遅延を生じた。しかし, 有機質肥料と化学肥料を併用すると慣行法と同等に生長し, 作物中の硝酸イオン濃度を慣行法に比べ低下させることができた。夏季の高温時を除き, 春作や秋作では, 有機質肥料のみを施用したミツバの湛液型水耕栽培を行うことができた。

したがって, ミツバの湛液型水耕栽培において, 有機質肥料と化学肥料を併用することで収量を維持しつつミツバの硝酸イオン濃度を低下することが示唆された。

文 献

- 1) なにわ特産品産地育成協議会協議会：なにわ特産品（なにわ特産品産地育成協議会協議会, 大阪), 2 (1993)
- 2) 小林宏至：南大阪の野菜と果物, 関西国際空港が拓く南大阪の可能性/堺・南大阪地域学の世界, 6, 103~111 (2007)
- 3) 大阪府環境農林水産部農政室：大阪産（大阪府環境農林水産部農政室, 大阪), 4 (2009)
- 4) 農水省統計部：平成17年度野菜生産出荷統計（農水省統計部, 東京), 73 (2007)
- 5) 泉州農と緑の総合事務所：泉州の特産作物（泉州農と緑の総合事務所, 大阪), 21~22 (2002)
- 6) 山崎基嘉・瓜生恵理子・嘉悦佳子・瓦谷光男・根来淳一・西田真子：種子温湯処理方法の違いがミツバ種子の発芽率に及ぼす影響, 大阪環農水研報, 2, 29~31 (2009)
- 7) 中原光久：ミツバ水耕栽培における液体ケイ酸カリ肥料の添加が生育及び硝酸イオン濃度に及ぼす影響, 農業環境工学関連7学会合同大会講演要旨集, 964 (2005)
- 8) 王子善清・高 祖明・脇内成昭・岡本三郎・河本正

- 彦：野菜中での硝酸塩及び亜硝酸塩の集積と亜硝酸塩の毒性，神大農研報，16，291～296（1984）
- 9) 野菜茶業研究所：野菜の硝酸イオン低減化マニュアル（野菜茶業研究所，三重），1～145（2006）
- 10) 国包章一：硝酸性窒素および亜硝酸性窒素の健康影響，水環境学会誌，19，965～968（1996）
- 11) 嘉悦佳子・森川信也・磯部武志・中村謙治・阿部一博：水耕栽培における施肥法および培地の差異が‘毛馬’キュウリ (*Cucumis sativus* L. cv. Kema) の苦味発現および品質に及ぼす影響，日食保蔵誌，36，227～233（2010）
- 12) 池田英男：用水と培養液の調整，日本施設園芸協会編，最新養液栽培の手引き（誠文堂，東京）（1996）
- 13) 篠原 信：有機質肥料の養液栽培－並行複式無機化法による養液内微生物生態系構築法，農業および園芸，81，753～764（2006）
- 14) 建部雅子：作物栄養診断のための小型反射式光度計システムによる硝酸及び還元型アスコルビン酸の簡易測定法，土肥誌，66，147～112（1995）
- 15) 葭田隆治・有賀利光：作物における硝酸態窒素の吸収・同化とその制御1. 有機質肥料と硝酸含量，日作記，58，76～77（1989）
- 16) 岩田正利：窒素形態の差異と蔬菜の生育3，園学雑，31，39～52（1962）
（平成22年10月6日受付，平成23年7月11日受理）
-