

## 園芸作物の硝酸塩蓄積に関する研究—XV

トマト果実の硝酸塩蓄積におよぼす肥培その他栽培条件の影響

宮崎 正則, \*国里 進三, 美谷 誠一, 杉原 八郎,  
藪内 一雄, 黛 乙郎**Studies on the Accumulation of Nitrate in Horticultural Products—XV  
Effects of Fertilizing and Managing Practice on the Accumulation  
of Nitrate in Tomato Fruit grown in the Field**Masanori Miyazaki, Shinzo Kunisato,\* Seiichi Miya, Hachiro Sugihara,  
Kazuo Yabuuchi and Itsuro Mayuzumi

Chico, a less nitrate accumulating variety, was grown in the field and the effects of managing practices on  $\text{NO}_3\text{-N}$  content in tomato fruit were studied. It became evident that  $\text{NO}_3\text{-N}$  content in ripe fruit tended to decrease by decreasing the amounts of applied nitrogen, and potash, and lowered to a considerable degree by increasing the amount of applied lime.

For the purpose of reducing  $\text{NO}_3\text{-N}$  level in the soil through controlling the fungi, one of the test fields was flooded in winter and drained in early spring, and one of the another fields was sterilized with chloropicrin. As a result,  $\text{NO}_3\text{-N}$  contents in the soils and those in the fruits grown in the treated fields were lowered actually. It was also confirmed that the flooding practice promoted the leaching of  $\text{NO}_3\text{-N}$  in the soil, and the chloropicrin treatment greatly inhibited the nitrification.

Based on the above knowledge obtained, Chico was grown in the field which had been flooded during winter or had been previously sterilized with chloropicrin, by using high level of lime and split application of slow-acting nitrogen fertilizer. The results obtained was satisfactory, i. e.,  $\text{NO}_3\text{-N}$  content in the fruit was always below 3 ppm throughout the harvest season, and the fruit yield did not decreased. The conditions to lower  $\text{NO}_3\text{-N}$  content in tomato fruit described out in the previous paper, i. e., “to lower  $\text{NO}_3\text{-N}$  level in the fruit at the breaker stage” and “to lower the level during the subsequent ripening process” would be satisfied by the management practice mentioned above and the introduction of the less nitrate accumulating varieties.

砂耕試験において、培地の  $\text{NO}_3\text{-N}$  低濃度、カリウム低濃度、カルシウム高濃度区のトマト果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量が標準培地に比べて低いことを認め<sup>1,2)</sup>、ほ場栽培の果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量もこれらの肥培条件で低下すると思われる。しかしほ場栽培の土壤肥料や栽培条件は砂耕に比べて複雑で、さらにそれらの条件はたがいに複雑にからみあっている。そこで本報ではほ場栽培におけるトマト果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量におよぼす肥培その他栽培条件の影響を検討するとともに、その  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量を

\* The deceased

低下させうる栽培方法を検討した。

## 1. 実験材料および方法

### 1) ほ場栽培法

品種「チョコ」を3月上旬は種、育苗し、5月上旬ほ場に定植し、無支柱栽培を行なった。標準施肥量(10アールあたり)は窒素、リン酸、カリいずれも20kgで、それぞれ硫安、よう性りん肥、塩化カリで施肥した。窒素の60%とカリの50%は5月下旬、6月下旬に追肥した。ほかに堆厩肥4t、苦土石灰50kgを元肥に施用した。

### 2) 窒素、カリ、石灰の施肥試験

窒素については標準施肥量の $\frac{1}{2}$ ( $\frac{1}{2}$ Nと記し、他の肥料もこれに準じる)、1N(標準施肥量)、2N区を設けた。カリと石灰については $\frac{1}{8}$ K<sub>2</sub>Oと1K<sub>2</sub>Oの両区にそれぞれ1CaOと8CaO区を設けた。石灰は消石灰を用い、1CaOは消石灰33kg/10aである。

### 3) 遅効性窒素肥料の施肥試験

まず堆厩肥主体区と化学肥料主体区を設け、比較した。施肥量(10アール)は窒素33kg、リン酸32kg、カリ40kgで、堆厩肥区は堆厩肥に油かす、けいふんを加えて施肥量を調整した。つぎに硫安区、遅効性窒素肥料クロトニリデンダイウレア(CDU)区および硝化抑制剤(チオ尿素)入り窒素肥料区を設け、比較した。窒素施肥量は20kg/10aで、チオ尿素区はチオ尿素的窒素が窒素施肥量の6%になるように硫安に添加したものである。

### 4) 土壌消毒に関する実験

ほ場を冬季間湛水し、初春に排水、乾燥、耕起する湛水処理区および常法どおりのクロールピクリン消毒区を設けた。さらに土壌消毒と土壌のNO<sub>3</sub>-N濃度との関係をフラスコ試験で検討した。すなわち乾燥土壌をまず畑地状態、湛水状態およびクロールピクリン消毒状態にして30日間おいた。畑地状態の土壌水分は容水量を測定して60%に維持した。湛水状態は直径10cmのガラス円筒に高さ30cmに乾燥土壌をつめ、表面より上2~3cmまで常に水をはり、毎日土壌と同量の水を底から透水させた。処理30日後、湛水処理区は排水し、クロールピクリン消毒区はガス抜きして、いずれも畑地状態にもどし、窒素含量が約1000ppm程度になるように硫安を添加して25°C下におき、経時的に土壌のNH<sub>4</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N濃度、pHを測定した。

### 5) ほ場栽培トマト果実のNO<sub>3</sub>-N含量を低下させる実験

湛水およびクロールピクリン消毒したほ場にCDUあるいはチオ尿素入り窒素肥料を分施し、消石灰を多肥(150~250kg/10a)する区を設け、収穫ごとの果実のNO<sub>3</sub>-N含量を測定した。

### 6) 分析法

土壌は定植後2週間ごとに元肥と追肥施用位置の地下10cmから採取し、その風乾細土のNO<sub>3</sub>-N濃度を常法にしたがって抽出し、測定した。果実は収穫ごと(1週間に2回)に10~20個をまとめてホモジネートし、その一定量を熱水抽出し、そのNO<sub>3</sub>-N含量をWoolleyらの方法<sup>3)</sup>にしたがって測定した。一部の処理区の果実については無機成分、色調(カラースタディオによるa/b値)、糖度、酸度を常法により、ビタミンC含量を野村らの方法<sup>4)</sup>により測定した。

## 2. 実験結果

### 1) トマト果実のNO<sub>3</sub>-N含量におよぼす窒素、カリ、石灰施肥量の影響

土壌および果実のNO<sub>3</sub>-N含量におよぼす窒素施肥量(硫安)の影響を図1に示した。土壌のNO<sub>3</sub>-N濃度はいずれの区も栽培中変化したが、その濃度は窒素施肥量に応じ、 $\frac{1}{2}$ N区で最も低かった。果実のNO<sub>3</sub>-N含量は $\frac{1}{2}$ N区で低い傾向にあったが、1N区と2N区との間には差異がなか

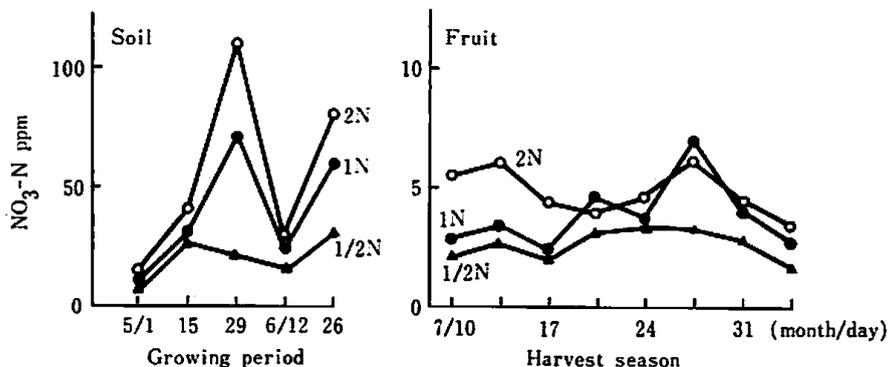


Fig. 1 Effect of the amount of applied nitrogen fertilizer (ammonium sulfate) on  $\text{NO}_3\text{-N}$  contents in the soil and in tomato fruit. Chico in field culture.

った。

図2にカリと石灰施肥量の影響を示した。果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  は  $1\text{K}_2\text{O}$  区に比べて  $1/8\text{K}_2\text{O}$  区でやや低く、 $1\text{CaO}$  区に比べて  $8\text{CaO}$  区でかなり低いことを認めた。しかし  $1/8\text{K}_2\text{O} + 8\text{CaO}$  区の果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量は  $1\text{K}_2\text{O} + 8\text{CaO}$  区と同程度であった。

2) トマト果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量におよぼす遅緩効性窒素肥料の影響  
堆厩肥と化学肥料施肥の結果を図3

に示した。堆厩肥区では、土壌の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度は化学肥料区に比べて低いが、果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量には差異が認められなかった。

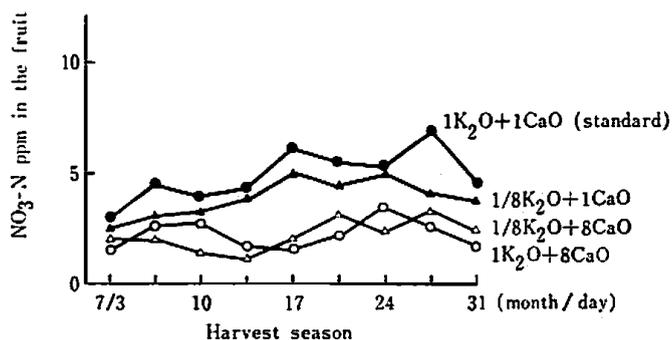


Fig. 2 Effects of the amount of applied potassium and lime on  $\text{NO}_3\text{-N}$  content in tomato fruit. Chico in field culture.

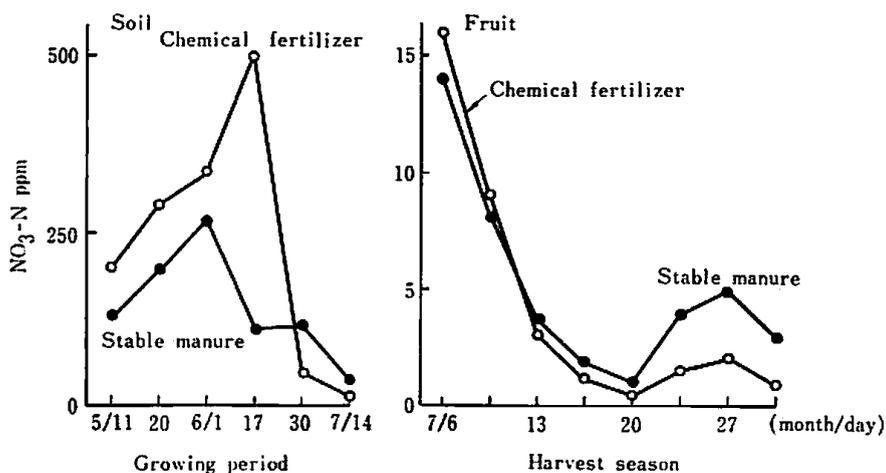


Fig. 3 Effects of the applications of the stable manure and the chemical fertilizer on  $\text{NO}_3\text{-N}$  contents in the soil and in tomato fruit. Chico in field culture.

CDU およびチオ尿素入り窒素肥料施肥の影響を図4に示した。これらの区の果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量は硫安区に比べて低い傾向にあった。さらにこれらの分施肥区の果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量は元肥区より低く、その土壌の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度は硫安区よりも明らかに低い傾向にあった。しかし果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量が収穫の全期間をとおして  $3\text{ ppm}$  以下に低下することはなかった。

- 1 : split-application of ammonium sulfate (standard)
- 2 : basal application of crotonyliden diurea (CDU)
- 3 : split-application of CDU
- 4 : basal application of nitrogen fertilizer containing thiourea
- 5 : split-application of nitrogen fertilizer containing thiourea

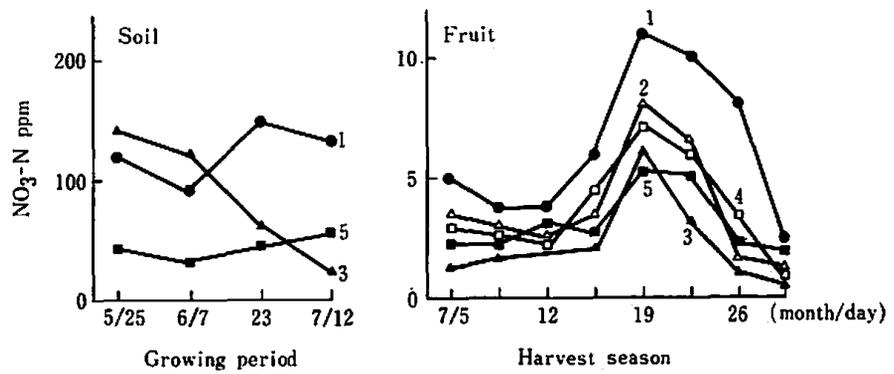


Fig. 4 Effects of the applications of slow-acting nitrogen fertilizer and nitrogen fertilizer containing inhibitor of nitrification on  $\text{NO}_3\text{-N}$  contents in the soil and in tomato fruit. Chico in field culture.

3) トマト果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量におよぼす土壌消毒の影響

冬季間湛水し、初春に排水、乾燥、耕起したは場および初春にクロールピクリン消毒したは場にトマトを栽培したときの土壌と果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量を図5、図6に示した。両処理は場の土壌および果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量は無処理は場に比べて明らかに低い傾向にあった。

土壌消毒が土壌の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度におよぼす影響についてポットおよびフラスコ実験を行ない、図7の結果が得られた。

処理期間中の土壌の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度は無処理区(畑地状態)でわずかに増加し、クロールピクリン消毒区ではほとんど変化がなかった。湛水区では、処理1日ないし2日後に急減し、処理30日後には他の区

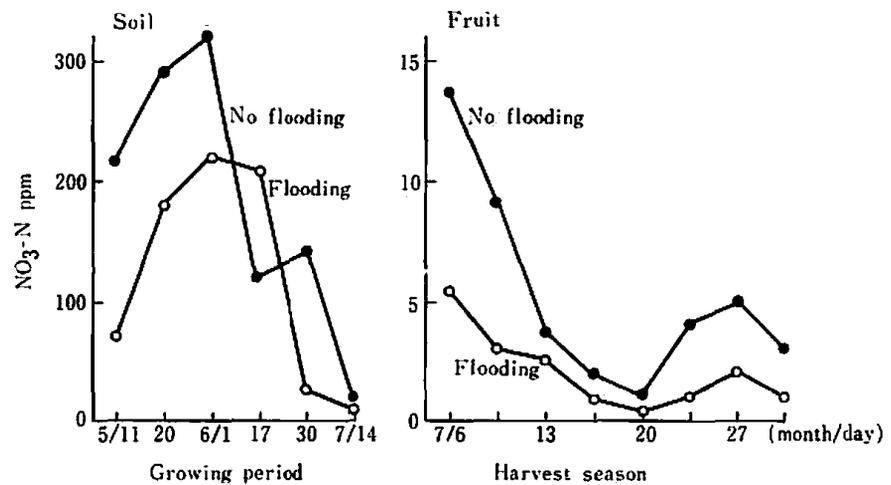


Fig. 5 Effect of the soil flooding\* on  $\text{NO}_3\text{-N}$  contents in the soil and in tomato fruit. Chico in field culture.

\* For the purpose of reducing  $\text{NO}_3\text{-N}$  level in the soil through controlling the fungi, one of the fields was flooded in winter season and drained in early spring, and then tomato plants were planted.

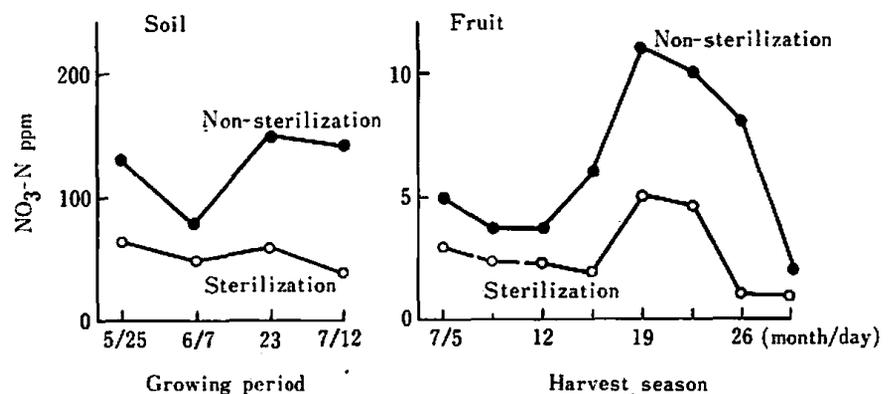


Fig. 6 Effect of the soil sterilization with chloropicrin on  $\text{NO}_3\text{-N}$  contents in the soil and in tomato fruit. Chico in field culture.

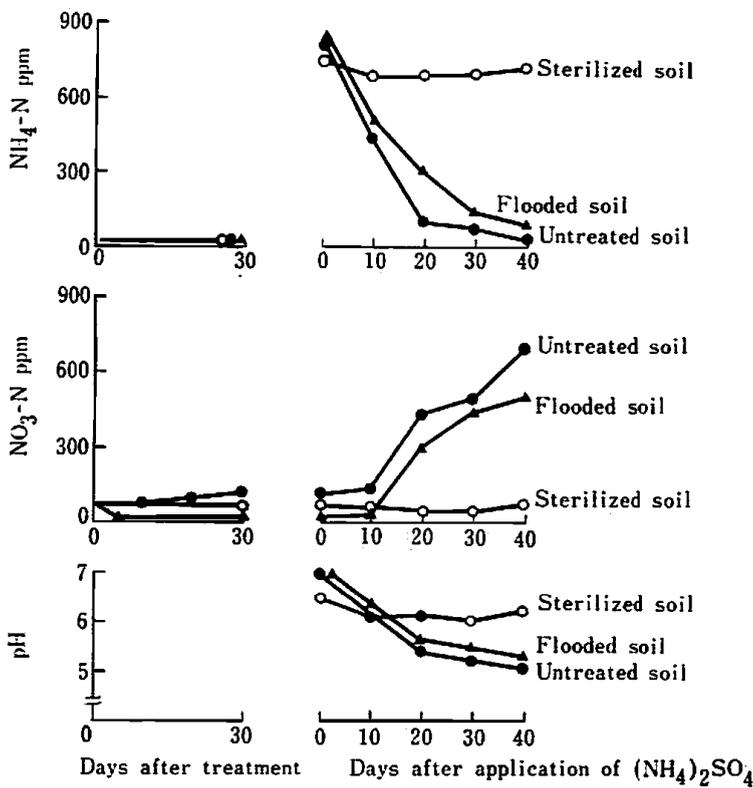


Fig. 7 Effects of the soil flooding and the soil sterilization with chloropicrin on the contents of  $\text{NH}_4\text{-N}$  and  $\text{NO}_3\text{-N}$  in the soil. Experiment in flask.

Air-dried soil used was put into flasks, and was divided into 3 experimental groups. The 1st group was kept in upland field condition in which soil moisture was at 60% and this group was expressed as untreated soil. The 2nd group was kept in flooding condition for 30 days, and the 3rd group was sterilized with chloropicrin for 30 days. After 30 days, these treated soils were brought up to the field condition, and  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  was applied.

に比べて著しく低濃度であった。  
表1に湛水処理区の透水中の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度を示したが、処理1日ないし2日後の透水中の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度は高く、その後はほとんど1 ppm以下であった。

Table 1 Daily change of  $\text{NO}_3\text{-N}$  content in the leaching water from the flooded soil.

Date after flooding day	$\text{NO}_3\text{-N}$ content in the leaching water ppm
1st	40.8
2nd	5.6
3rd	0.5
5th	0.3
10th	0.2
20th	0.5
30th	0.3

Experiment in flask

つぎにこれらの消毒土壌を畑地状態にもどし、硫酸を添加したところ、無処理区では  $\text{NH}_4\text{-N}$  濃度が減少し、 $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度が増加し、pHが低下した。クロールピクリン消毒土壌では  $\text{NH}_4\text{-N}$  と  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度およびpHはほとんど変化しなかった。湛水土壌では  $\text{NH}_4\text{-N}$  濃度が減少し、 $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度が増加し、pHは低下し、無処理区と同様な傾向にあったが、 $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度は無処理区に比べて常に低い傾向にあった。

4) トマト果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量におよぼす土壌消毒、緩効性窒素肥料および石灰の影響

土壌消毒、緩効性および硝化抑制剤入り窒素肥料の分施、石灰多肥を組み合わせた処理区を設け、「チョコ」<sup>3)</sup>を栽培し、収穫ごとの果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量を測定して図8、図9に示した。冬季間のみ湛水したほ場に CDU あるいはチオ尿素入り窒素肥料を分施し、石灰を多肥した区では、収穫ごとの果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量は標準区に比べてきわめて低く、収穫の全期間をとおして3 ppm以下で

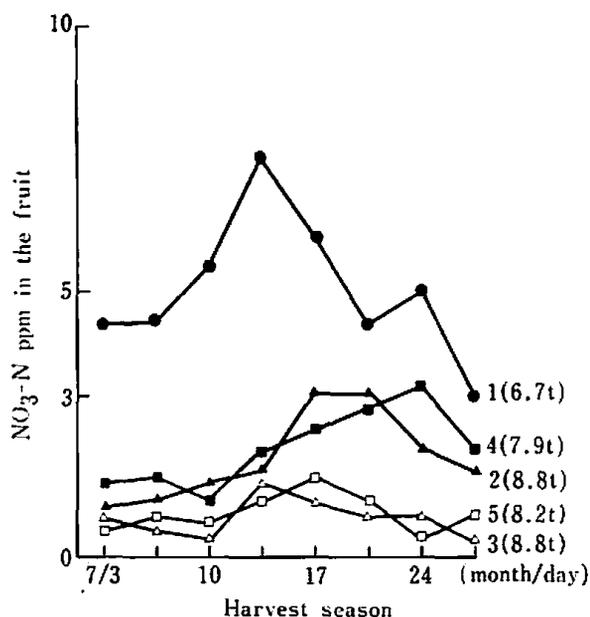


Fig. 8 Effects of the soil flooding and the applications of slow-acting nitrogen fertilizer and lime on  $\text{NO}_3\text{-N}$  content in tomato fruit. Chico in field culture.

1. Application of  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  and the standard lime level on the unflooded field.
2. Application of CDU and standard lime level on the flooded field.
3. Application of CDU and 4 times standard lime level on the flooded field.
4. Application of nitrogen containing thiourea and standard lime level on the flooded field.
5. Application of nitrogen containing thiourea and 4 times the standard lime level on the flooded field.

The figures in parenthesis indicate fruit yield (ton/10 ares) .

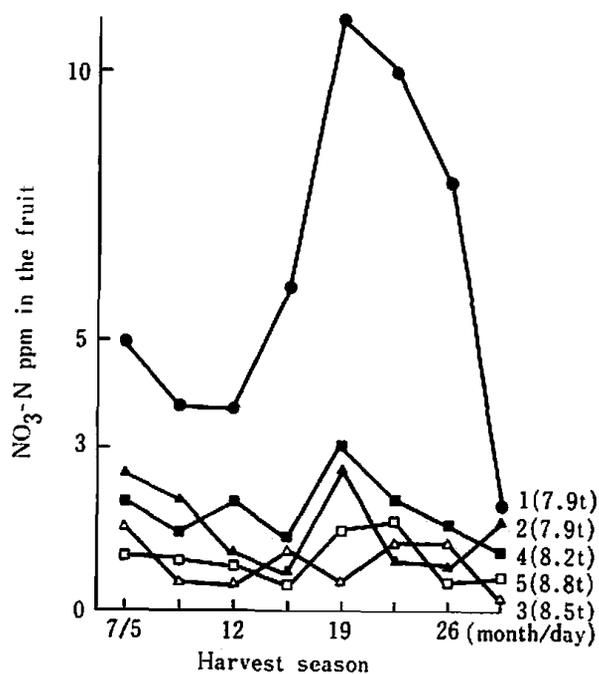


Fig. 9 Effects of the soil sterilization with chloropicrin and the applications of slow-acting nitrogen fertilizer and lime on  $\text{NO}_3\text{-N}$  content in tomato fruit. Chico in field culture.

1. Application of  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  and standard lime level on the non-sterilized field.
2. Application of CDU and standard lime level on the sterilized field.
3. Application of CDU and 4 times standard level on the sterilized field.
4. Application of nitrogen containing thiourea and standard lime level on the sterilized field.
5. Application of nitrogen containing thiourea and 4 times standard lime level on the sterilized field.

The figures in parenthesis indicate fruit yield (ton/10ares) .

Table 2 Effect of the growing conditions on the quality of tomato fruit.

Treatment	Total-N ppm	K ppm	Ca ppm	Acidity Citric acid %	Brix %	Ascorbic acid mg/100g	Color* a/b
Split-application of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ on unflooded field	1510	2570	76	0.39	5.0	9.0	2.5
Split-application of CDU** on flooded field	1430	2230	87	0.44	5.6	14.3	2.8

\* a/b value of color stadio

\*\* CDU is one of the slow-acting nitrogen fertilizers

Chico in field culture

あった。同区の果実収量は 8 t/10a 以上で、標準区（湛水しないほ場）は萎凋病発生のためかえって低収量であった。クロールピクリン消毒ほ場に CDU あるいはチオ尿素入り窒素肥料を分施し、石灰を多肥した場合にも果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量は収穫期間をとおして 3 ppm 以下で、果実収量の低下は認められなかった。

果実の化学成分は表 2 のとおりで、湛水・CDU 分施区の完熟果は標準区に比べて全 N と K 含量がやや低く、Ca とビタミン C 含量、屈折示度が高く、色調などは同程度であった。

### 3. 考 察

高橋ら<sup>6)</sup>はほ場栽培トマト果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量をコントロールすることは困難であるとしている。しかしトマト産地の実態調査<sup>7)</sup>や砂耕試験<sup>1,2)</sup>から、肥培その他栽培条件を工夫すればトマト果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量をかなり低下させることが可能であると思われ、本実験を行なった。

まず窒素、カリ、石灰施肥量の影響を検討し、トマト果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量が窒素少施肥、カリ少施肥、石灰多肥でかなり低くなることを認め、この結果は砂耕試験の結果<sup>1,2)</sup>に一致した。

つぎに土壤の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度を低下させ、栽培中の変化を少なくするため遅効性窒素肥料の影響について検討し、堆厩肥主体の施肥、緩効性窒素肥料 CDU の分施および硝化抑制剤としてチオ尿素を添加した窒素肥料の分施で土壤あるいは果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量がある程度低下することを認めた。堆厩肥は  $\text{NH}_4\text{-N}$  にまで分解されるのが緩慢であることから化学肥料に比べて土壤の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度は低く維持されたが、6月下旬には土壤の  $\text{NO}_3\text{-N}$  は 100 ppm もあり、堆厩肥施肥による硝酸化成菌の増加<sup>8)</sup>も考えられ、果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量も化学肥料区と大差がなかった。土壤の  $\text{NO}_3\text{-N}$  が 100 ppm 以上では、土壤の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度に差があっても果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量には差異が生じないことはすでに報告している<sup>9)</sup>。緩効性窒素肥料 CDU の緩効性の機構については山口<sup>10)</sup>が考察しているが、連用すれば速効性になるといわれる。硝化抑制剤入り窒素肥料はチオ尿素を硫酸に添加したものを使用したが、チオ尿素の添加率を高めると土壤と果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量はかなり低くなり、初期生育も著しく劣ることを別の実験で認めている。これらの肥料はその性質上、全量元肥に施用されるのが通例であるが、果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量は元肥よりも分施で低く、分施により土壤の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度がより低く維持されるものと思われた。

土壤消毒は加工用トマト果実の栽培においても重要な作業の一つで、一般にはクロールピクリン消毒が行なわれている<sup>11)</sup>。また一部の作物では連作障害を回避するため、土壤の湛水処理が行なわれている<sup>12)</sup>。これら二つの消毒法を実施したほ場では、土壤および果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量が無処理区に比べて明らかに低かった。この点についてフラスコ実験を行ない、クロールピクリン消毒土壤では硝化作用が抑えられたことを認め、この処理によって硝酸化成菌が死滅あるいは減少したのではないかと考えられた。湛水処理土壤では、処理中は還元状態にあり、硝化作用が抑制され、かつ元来土壤中に存在した  $\text{NO}_3\text{-N}$  が透水とともに流亡したことが土壤の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度の低い理由であると考えられた。しかし湛水処理後畑地状態にもどすと硝化作用は回復するので、トマトの生育には支障をきたさない。湛水処理や低温で硝酸化成菌が減少しないことはすでに報告されている<sup>13)</sup>。

以上石灰施肥量、窒素肥料の種類と施肥法および土壤消毒の有無が土壤や果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量に大きく影響することを認めたので、これらを総合的に考慮し、ほ場栽培トマト果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量を低下させる方法として、冬季間のみ湛水処理したほ場あるいはクロールピクリン消毒したほ場に緩効性窒素肥料 CDU あるいは硝化抑制剤（チオ尿素）入り窒素を分施し、消石灰を多肥する処理区を設け、硝酸塩低蓄積性品種「チコ」<sup>9)</sup>を栽培した。その結果、果実収量が低下することなく果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量は収穫の全期間をとおして 3 ppm 以下となり、他の化学成分含量も標準区に劣ることはなかった。またこの区の果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量は未熟期においても低く、それに伴って完熟果

の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量が低下したと考えた。これらの肥培条件は基本的には土壤の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度を低下させ、石灰濃度を高めることにあるが、互いに関連して作用した面も多いと思われる。すなわち石灰多肥で土壤pHが高まり、CDUの分解がおくれ、Moが吸収されやすく、Fe、Cuの過剰吸収<sup>14)</sup>が抑えられ、またCDU連用土壤ではCDUはむしろ速効性となるが、土壤消毒により緩効性が維持される点などである。しかしこの処理条件下においても硝酸塩高蓄積性品種<sup>9)</sup>では果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量は3 ppm以下にはならず、このことからほ場栽培トマト果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量を低下させるには品種と肥培条件をうまく組み合わせて栽培することが必要であると思われた。

以上の結果、ほ場栽培における加工原料トマト果実の収量を低下させることなく、果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量を3 ppm以下にさせる一方法として、冬季間のみ湛水し、初春に排水、乾燥、耕起したほ場あるいはクロールピクリン消毒したほ場に緩効性窒素肥料あるいは硝化抑制剤入り窒素肥料を分施し、消石灰を多肥し、かつ硝酸塩低蓄積性品種を導入栽培することがきわめて有効であると考えられた。前報<sup>9)</sup>で指摘した完熟果の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量を低下させる条件、すなわち「催色期頃の果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量を低下させること」および「催色期以降の成熟過程で果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量を低下させること」はそれぞれ上記の肥培条件および硝酸塩低蓄積性品種の導入により満たされると考えた。

#### 4. 摘 要

1) ほ場栽培トマト果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量におよぼす肥培その他栽培条件の影響を検討するとともに、その  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量を低下させる栽培法について検討した。

2) 窒素少施肥、堆厩肥主体施肥、緩効性窒素肥料の分施、硝化抑制剤入り窒素肥料の分施の土壤および果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量は標準区に比べて低い傾向にあった。石灰多肥で果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量はかなり低下した。

3) 冬季間湛水し、初春に排水、乾燥、耕起したほ場およびクロールピクリン消毒したほ場は無処理ほ場に比べて土壤および果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量がかなり低く、湛水処理によって土壤に存在する  $\text{NO}_3\text{-N}$  が透水とともに流亡すること、クロールピクリン消毒土壤では硝化作用が抑制されることを認めた。

4) 冬季間湛水したほ場あるいはクロールピクリン消毒したほ場に緩効性窒素肥料あるいは硝化抑制剤入り窒素肥料を分施し、消石灰を多肥し、かつ硝酸塩低蓄積性品種を栽培すると、果実の  $\text{NO}_3\text{-N}$  含量は収穫の全期間をとおして3 ppm以下となり、果実収量は低下しなかった。

謝辞 研究にあたり御指導いただいた大阪府立大学緒方邦安教授ならびに御助言、御助力いただいた本研究所堀尾嘉友研究部次長、岩本喜伴室長、木多武雄主任、若狭勝氏、本学大塚滋教授、下田吉夫助教授に感謝いたします。

#### 文 献

- 1) 宮崎正則・国里進三・美谷誠一：食品工誌，19，429（1972）。
- 2) 宮崎正則・国里進三：園学雑，44，308（1975）。
- 3) Woolley, J. T, G. P. Hicks, and R. H. Hageman: *Agri. Food. Chem.*, 8, 481 (1960)
- 4) 野村男次・新本三郎：食品工誌，9，223（1962）。
- 5) 宮崎正則・国里進三：園学雑，44，204（1975）。
- 6) 高橋和彦・幸田浩俊：食品工誌，17,329（1970）
- 7) 沢山・中春・篠・堀尾・大塚・岩木・下田・宮崎・国里：本誌，12，57（1976）。
- 8) 三木和夫：農及園，41，730（1966）。
- 9) 宮崎正則・国里進三・美谷誠一：食品工誌，19，22（1972）。
- 10) 山口益郎：土と微生物，12，38（1971）。
- 11) 山口久夫：農及園，44，963（1969）。
- 12) 石沢修一・江川友治・村山登：土壤肥料新技術，技報堂，東京，1969，P 218
- 13) 土壤微生物研究会編：土と微生物岩波書店，東京，1966，P. 73
- 14) 宮崎正則・国里進三・美谷誠一：食品工誌，19，418（1972）。