

園芸作物の硝酸塩蓄積に関する研究—XI

トマト果実の硝酸塩蓄積におよぼす品種の影響 (1)

宮崎 正則・国里 進三・美谷 誠一

Studies on the Accumulation of Nitrate in Horticultural Products—XI The Variance of Nitrate Content in Tomato Fruit among Five Varieties.

Masanori Miyazaki, Shinzo Kunisato and Seiichi Miya.

This study was carried out to investigate the variances of nitrate contents in tomato fruits among five varieties using Fireball, Amature, Chico, Heinz 1370 and Brehm's Solid Red. The chemical compositions in the fruit and nitrate reductase activities in various parts of tomato plant were determined to know the mechanism of the accumulation of nitrate.

Nitrate contents in the fruits of Fireball and Amature did not decrease during the ripening and were at remarkably high level at the red ripe stage and these varieties showed high contents of nitrate throughout the harvest period.

Nitrate contents in the fruits of Chico, Heinz 1370 and Brehm's Solid Red decreased remarkably from the mature green stage to the red ripe and were little in the red ripe fruits. In the fruit of Chico, nitrate content was considerably high only at the beginning of the harvest period, and in the Heinz 1370 and Brehm's Solid Red, the contents were always very low during the harvest period.

The variances of nitrate contents in the fruits among five varieties were not explained by the chemical compositions, but higher contents of nitrogen, phosphate, and potassium and lower content of calcium were found in the fruit containing higher nitrate.

Changes of nitrate reductase activities in various parts of plant during ripening were found to be no significant differences between Fireball and Chico.

1. 緒 言

トマト果実の $\text{NO}_3\text{-N}$ 蓄積の要因を知る目的で前報までに^{1),2),3),4),5),6)} 土壤肥料の影響について検討した。これらの実験中、同一時期、場所の標準栽培下でも、さらにある特殊な環境条件下（培地、照度、温度）でも品種の違いにより果実の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度に差異が認められ、果実の $\text{NO}_3\text{-N}$ 蓄積に品種間差異のあることが推察された。加工原料用トマトとして栽培されている品種は多数あり、それぞれ栽培および品質上の特性を具備^{7),8),9)}しているが、果実の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の品種間差異

は収穫の早晚性、果型、色などに関係していることが推察されている¹⁰⁾。そこで果実の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の著しく高い品種として“ファイアボール”，比較的低い品種として“チョコ”を中心に他に2，3の品種を用いて果実の $\text{NO}_3\text{-N}$ 蓄積現象，無機成分，硝酸還元酵素活性を測定し，品種間差異の検討を行なった。

2. 実験方法

2.1 栽培方法

果実の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の著しく高い品種として“ファイアボール”と“アマチュア”の2品種，比較的低い品種として“チョコ”，低い品種として“Heinz 1370”と“ブレイムスソリッドレッド”の2品種を1970年3月5日播種し，5月6日に圃場に定植した。施肥量は N ， P_2O_5 ， K_2O を25，30，30kg/10aとし，堆厩肥4t/10a，苦土石灰150kg/10aも与えた。栽植密度は $1.2 \times 0.45\text{m}$ のポリマルチ無支柱栽培を行なった。

部位別，時期別の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度，硝酸還元酵素活性をみるために，“チョコ”と“ファイアボール”を1971年3月1日播種し，4月26日にガラス室内土壌に定植し，整枝3段果房止めとした。

2.2 調査項目

“ファイアボール”と“チョコ”を中心に収穫日毎の完熟果の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度，無機物質，果実および他の部位の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と硝酸還元酵素活性の時期別変化について調査した。

2.3 分析方法

$\text{NO}_3\text{-N}$ ，および他の無機物質の測定は第8⁴⁾，第9⁵⁾報に準じた。

硝酸還元酵素活性の測定は水素供与体として Malic acid を用いる方法¹¹⁾で，ツンベルグ管の側室に 0.1M KNO_3 1ml，中和した 0.1M Malic acid 1ml を入れ，主室にリン酸緩衝液 (pH 7.5) 5ml，2～3mm にカットしたトマト3g を入れ，真空ポンプで脱気し，次いで空気を入れ，再び脱気し，主室と側室を混和し，30°C で1時間反応後生成した $\text{NO}_2\text{-N}$ を Woolley らの方法で測定し，硝酸還元酵素活性として表わした。

3. 実験結果

3.1 果実の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度

収穫日毎の完熟果の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を第1図に示した。“チョコ”とファイアボール”は1週間に2度収穫，分析し，他品種は1週間に2度収穫しそのうち1度分析した。“ファイアボール”と“アマチュア”は早生種で7月1日から収穫され，“チョコ”とブレイムスソリッドレッドは7月6日から，Heinz 1370 はかなり遅れて収穫が開始された。完熟果の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は“ファイアボール”と“アマチュア”は収穫期間中絶えず高濃度を維持し，収穫中期あるいは後期にいたってもそれほど低下することはなく，他の品種に比べ $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の著しく高いことがうかがわれた。“チョコ”は収穫初期にかなり高濃度であったが，3回目の収穫日から低下した。Heinz 1370 と“ブレイムスソリッドレッド”は収穫の全期間を適して2ppm 以下であった。

3-2 果実の無機成分

第1表に2段果房1, 2番果完熟果の無機成分を示した。NO₃-N濃度の高い“ファイアボール”, “アマチュア”と低濃度の“チョコ”, “Heinz1370”, “ブレイムスソリッドレッド”の間には一定の差異が認められなかった。別の目的で栽培していた“チョコ”と“ファイアボール”の完熟果を用いてNO₃-Nと無機成分を比較した結果を第2図に示す。

また両品種ともNO₃-N濃度の高い果実は低い果実に比べN, P, K濃

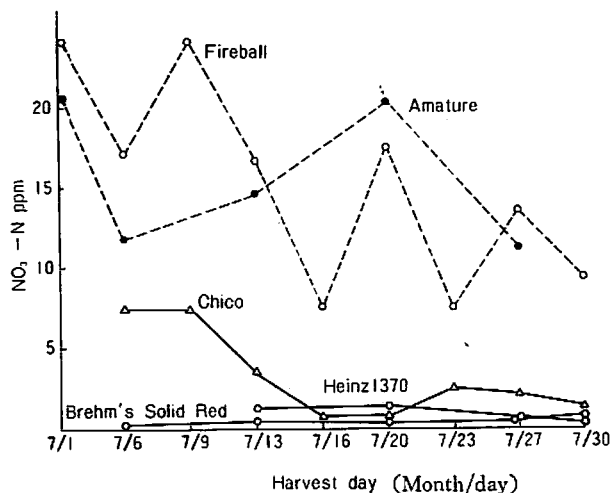


Fig 1. Difference of the nitrate content in tomato fruit among 5 varieties

Table 1. Difference of the nutrient content in tomato fruit among 5 varieties (ppm/fresh)

	NO ₃ -N	T-N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo
Chico	3.6	1780	318	3220	255	110	4.1	1.5	3.4	1.9	1.8	0.07
Heinz 1370	+	1310	290	2280	320	98	3.6	1.3	2.8	1.6	1.6	0.04
Brehm's Solid Red	1.8	1640	365	3160	125	113	7.1	1.7	3.3	1.9	1.7	0.04
Fireball	16.4	1360	297	2790	190	95	5.4	1.5	3.3	1.7	1.5	0.04
Amature	20.0	1580	256	3030	140	123	6.5	1.5	3.1	1.8	1.9	0.03

度が高く, Ca濃度は低い傾向を示した。

3-3 果実の成熟中のNO₃-N濃度と硝酸還元酵素活性の変化

結実直後から完熟までの1週間毎の果実のNO₃-N濃度と硝酸還元酵素活性を2段果房1, 2番果について測定した結果を第3図に示す。“チョコ”, “Heinz 1370”, “ブレイムスソリッドレッド”のNO₃-N濃度は果実の肥大に伴い増加し, 緑白期前に最高に達し, その後熟度が進むにしたがって低下する傾向を示した。“ファイアボール”, “アマチュア”は緑白期前後に最高に達した後, 熟度の進行に伴い低下することなく, 完熟果のNO₃-N濃度は前2品種に比べ著しく高い傾向を示した。硝酸還元酵素活性は“チョコ”, “Heinz 1370”, “ブレイムスソリッドレッド”では生育初期は低く, 緑白期前後に最高に達し, その後熟度が進むとともに低下し, 完熟果ではほとんど認められなかった。“ファイアボール”と“アマチュア”は他の品種に比べ生育初期に活性のピークが認められ, その後低下し, 完熟果ではほとんど認められなかった。

果実のNO₃-N濃度に対する他の部位の時期別のNO₃-N濃度, 硝酸還元酵素活性の関連性について1971年に“ファイアボール”と“チョコ”をガラス室内で整枝, 3段果房止めとして栽培, 分析した結果を第4図に示す。同図は1段果房についてであり, 図中の葉, 茎とは1段果房着生部より下に着生した葉, 茎を示す。果実は1段果房3, 4番果である。もちろん1段果房着生位置

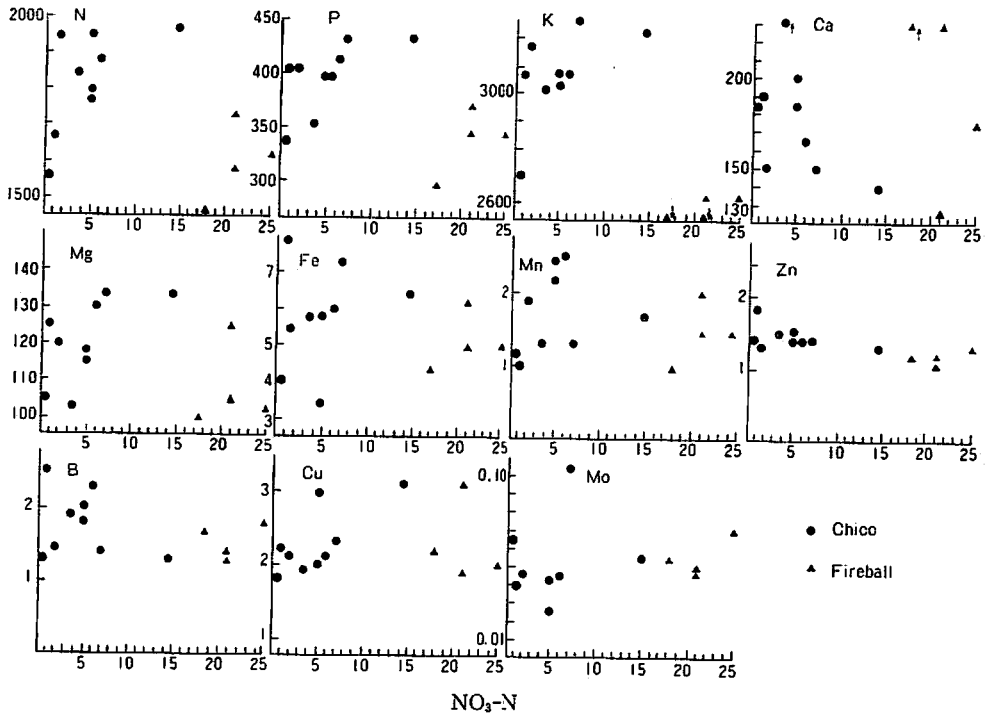


Fig 2. Correlation of the content of nutrient and nitrate in tomato fruit (ppm/fresh)

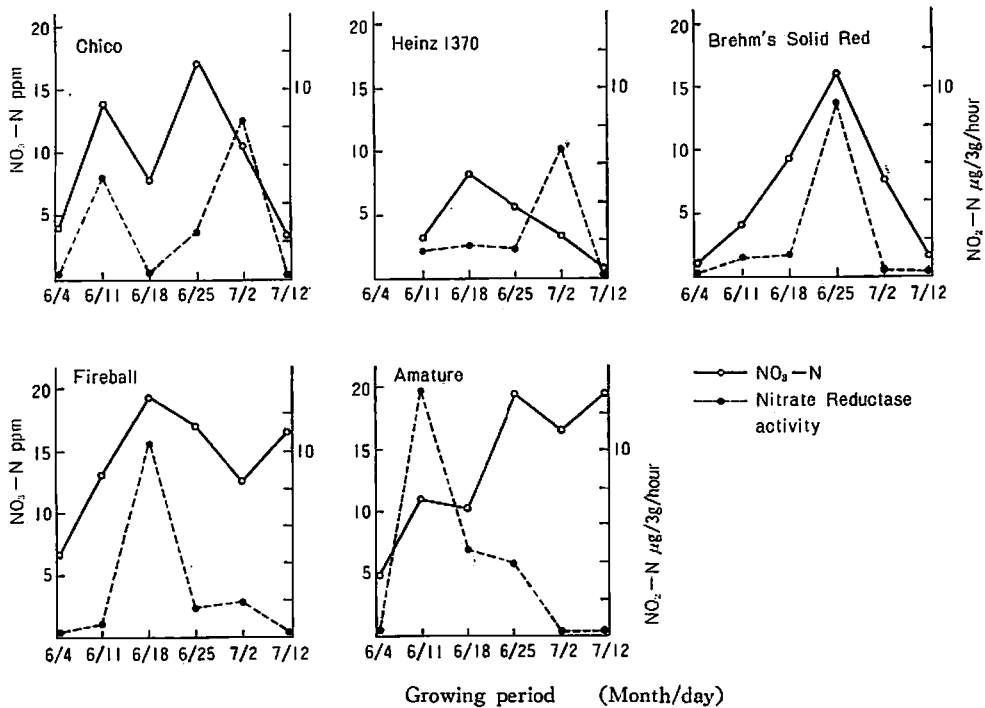


Fig 3. Change of the nitrate content and nitrate reductase activity in tomato fruit during ripening.

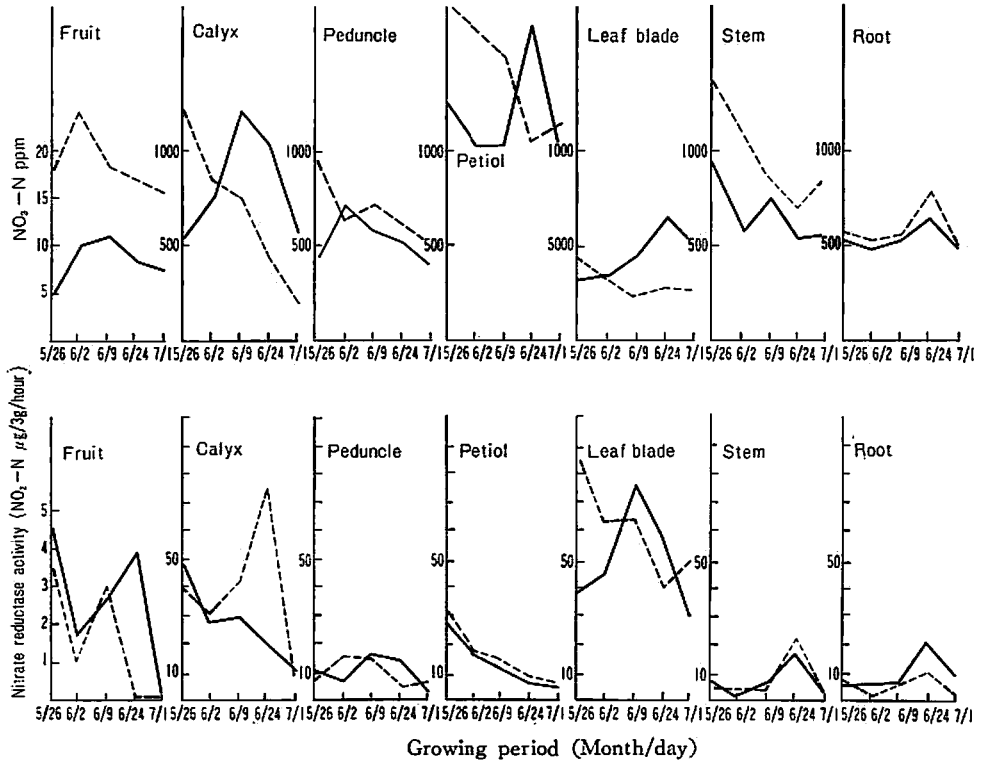


Fig 4. Differences of the nitrate contents and nitrate reductase activities in tomato plants between Chico and Fireball.

— Chico Fireball

より上に着生する葉や茎から1段果房への $\text{NO}_3\text{-N}$ の移行は起り得るが、2、3段果房、あるいはその葉、茎についても1段果房と同じ結果であったので1段果房の結果のみを示した。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は一般に果実で低く、他の部位は高く、とくに葉柄で高い蓄積がみられた。“ファイアボール”は、へた果梗、葉柄の初期、茎、根で“チョコ”よりも高くなった。完熟果では“ファイアボール”は“チョコ”に比べてかなり高濃度であったが、第3図に示したような成熟中の変化を示さず、両品種ともピーク時から熟度の進むにしたがって低下する傾向がみられた。両品種ともに果実の成熟中に $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が低下するにもかかわらず完熟果の蓄積量に大きな差異が認められるのは5月26日にすでに大きな差異があったことに原因すると考えられる。5月26日には“ファイアボール”は“チョコ”に比べて他の部位で高い $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を維持していた。また茎、根では全期間中常に“ファイアボール”は“チョコ”よりも高い $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度であったことは $\text{NO}_3\text{-N}$ の吸収が活発であったとも考えられる。硝酸還元酵素活生は一般に果実で低く、葉身で高く、へた、果梗、葉柄、茎、根でも果実よりはるかに高く、栽培の後期にはかなり低下する傾向がみられた。“ファイアボール”が“チョコ”に比べていずれかの部位あるいは時期に著しく劣ることはみられなかった。

4. 考 察

完熟果の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の品種間差異は第1図から明らかである。ただし“チョコ”と“Heinz

1370”は例年では収穫開始後1ないし2週間頃に $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度のピークが認められているので本年の傾向は特殊であり、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 蓄積には環境条件の影響も大であると推察される。

果実の成熟中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変化は第3図では、“ファイアボール”と“アマチュア”は緑白期前後から完熟期にかけて低下せず、一方“チョコ”などは著しく低下した。しかし第4図および第9報のように“ファイアボール”でも成熟中に低下し、完熟果の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度はかなり低くなる場合も認められるので、成熟中の上記2つの傾向が両品種群にそれぞれ特有の性質であるとは考えられず、いずれの品種でも $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の高い果実では低下しないか、わずかに低下し、低濃度の果実では著しく低下すると考えられる。

果実の無機成分は両品種群間に一定の差異がみられず、蓄積に関与する成分はみだせなかった。一方“チョコ”と“ファイアボール”では $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の高い果実は低い果実に比べて、N、P、K濃度が高く、Ca濃度が低く、このKとCaの傾向は第9報でも認められ、さらに次報で詳しく説明する。

硝酸還元酵素活性について王子、伊沢らは大豆葉¹²⁾ではどの葉も出葉後2、3日目に最も高い活性をもち、その後葉令が進むにつれて急激に低下し、ついには全く認められなくなり、水稻¹³⁾では若い上位葉で活性が高く、N代謝の盛んな分けつ期に高い活性を示し、炭水化物代謝の盛んな幼穂形成期以後は低下したとしている。トマトでは果実の活性は第3図、第4図に示すように、未熟期に認められ、着色開始と同時にほとんど認められなくなり、未熟期の活性も他の部位に比べて著しく弱かった。“ファイアボール”、“アマチュア”は他品種に比べ活性の低下が早い、この2品種は早生種であり、着色が早くなることと関連すると考えられる。果実以外の部位では葉身の活性が最も高く、次いでへたで高く、他の部位も果実よりはるかに高い活性をもち、生育末期にはかなり低下するが、それでもかなりの活性が認められた。“ファイアボール”は“チョコ”に比べて根の活性が常に低いこと、葉身の活性が常に低下しつつあることなどは“ファイアボール”の果実の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が高いことと関連するようでもあるが、その活性が著しく劣ることはなかった。

以上果実の $\text{NO}_3\text{-N}$ 蓄積の品種間差異を検討したが、無機物質濃度、硝酸還元酵素活性からは品種間差異を充分説明することは出来なかった、しかし“ファイアボール”と“アマチュア”は早生種であり、他品種は中生あるいは晩生種であること、“ファイアボール”、“アマチュア”は生育中に葉は反転し、枯れ、他品種に比べて果重/葉重比が大であること、さらに吸肥力の差もあると考えられるので、これらの検討が必要であろうと考える。

5. 要 約

5・1 トマト果実の $\text{NO}_3\text{-N}$ 蓄積の品種間差異を検討した。

5・2 完熟果の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は“チョコ”では収穫初期にのみ高く、中期、後期には低く、“Heinz 1370”、“ブレイムスソリツドレッド”は収穫全期間を通して低く、一方“ファイアボール”と“アマチュア”は常に高い値を維持し、明らかに品種間の差異が認められた。

5・3 果実の成熟中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変化は“チョコ”“Heinz 1370”、“ブレイムスソリツドレッド”は緑白期から完熟期にかけて減少し、“ファイアボール”、“アマチュア”は緑白期から完

熟期にかけて減少しないか、または減少しても未熟期の高い蓄積量のため完熟果の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は著しく高い値を示した。

5・4 果実の無機物質濃度は $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の高い“フェアボール”、“アマチュア”と低い“チョコ”、“Heinz 1370”、“ブレイムスソリツドレッド”の間に有意差は認められなかった。一方 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の高い果実は低い果実に比べ、N、P、K含量が高く、Ca含量は低い傾向が認められた。

5・5 硝酸還元酵素活性は、葉身で高く、次いで葉柄、へたで高く、果実では著しく低く、しかも着色開始と同時にほとんど認められなくなった。各部位の各時期の活性から果実の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の差異を説明することは出来なかった。

本実験を行なうにあたり御助言をいただいた当研究所堀尾嘉友主任研究員、岩本喜伴主任研究員、当短期大学大塚滋教授、下田吉夫助教授に感謝致します。御助力いただいた当研究所古野さとみ氏に感謝致します。

文 献

- 1) 宮崎正則・国里進三・岩本喜伴・堀尾嘉友・黛乙郎：園芸会誌, 37, 178 (1968)
- 2) 宮崎正則・国里進三・美谷誠一・石川伸：本誌 9, 289 (1970)
- 3) 宮崎正則・国里進三・美谷誠一：日食品工会誌, 18, 16 (1971)
- 4) 宮崎正則・国里進三・美谷誠一：日食品工会誌, 19, 22 (1972)
- 5) 宮崎正則・国里進三・美谷誠一：日食品工会誌, 19, 55 (1972)
- 6) 宮崎正則・国里進三・美谷誠一：日食品工会誌 19, 418 (1972)
- 7) 上村昭二・阿部勇：農業および園芸, 39, 816 (1964)
- 8) 芦沢鶴明・牛流清志・小林忠和・藤森基弘：農業および園芸 39, 839 (1964)
- 9) 飯島隆志：日食品工食誌, 12, 192 (1965)
- 10) 国里進三・宮崎正則・美谷誠一：日本缶詰協会第19回技術大会口頭発表 (1969)
- 11) E. G. Mulder, R. Boxma, and W. L. Van Veen : Plant and Soil, 10, 335 (1959)
- 12) 王子善清・伊沢悟郎：土肥誌, 40, 385 (1969)
- 13) 王子善清・伊沢悟郎：土肥誌, 39, 380 (1968)