

水田転換畑におけるトマトの障害果(チャック果, 窓あき果) 発生要因とその対策

中村 隆一* 大久保進一** 平井 剛*

滝川地域の水田転換畑におけるトマトのチャック果および窓あき果の発生には定植後の栽培条件が影響していた。障害果が多い圃場では窒素施肥量や灌水量が多く茎葉の生育が旺盛で、葉のカルシウム/カリウム濃度比が低かった。また、障害果が多かった圃場は地下水位が高く有効土層が浅いことに加え、土壌の石灰苦土比が低く交換性カリウム含量が高かった。さらに生育初期に地温が低く最低・最高地温の格差が大きい特徴があった。これらの要因が複合して果実部のカルシウム濃度を低下させ障害を発生させていた。障害果発生を防止する対策として、①心土破碎などによる下層土の透水性改善と有効土層の確保、②生育状況に応じた少量多回数の灌水および追肥の実施、③土壌の交換性カルシウム、カリウムおよびマグネシウム含量の適正值の維持、④生育初期のこまめな換気と保温や地温上昇抑制型マルチフィルムの利用による適切な温度管理が有効である。

1. 緒 言

近年、空知管内の水田転換畑では収益性の高い転作物としてトマトの栽培が広がっており、平成11年の栽培面積は1.6haであるが、栽培面積の拡大に伴ってチャック果および窓あき果など障害果の発生が大きな問題となっている。チャック果はがく周辺部から果頂部にかけて果皮にコルク化した細いスジが入った果実で、スジの部分に裂けて子室部が見えるのが窓あき果である。これらの障害果は外観品質が著しく劣るため商品価値が低く、その発生は農家の収益性を低下させる。さらに当地域はトマトの栽培歴が2～3年の新しい産地であり、トマト生産の安定化を図るために障害果対策が強く求められている。

トマトに発生する障害果の対策は、空洞果に関しては昭和58年に、グスベリ果、軟弱果、尻腐果および裂果に関しては昭和52年に検討された^{5) 6)}。

今回調査の対象としたチャック果に関しては道南地域における有村らの報告²⁾があるが、窓あき果に関しては報告がない。他府県での調査例では、チャック果および窓あき果の発生には育苗時や本圃での夜温管理や花芽分化期のカルシウム欠乏など複数の要因が関与するとされている^{4) 7)}。平成4年のチャック果に関する報告では、チャック果の発生に品種間差があり、

発生率は段位により異なること、低温で発生することが報告されているが土壌理化学性面からの検討はされていない。

以上のような背景から、本調査では滝川地域の水田転換畑でのトマト栽培農家で問題とされているチャック果および窓あき果の発生原因を現地調査を主体に検討し、有益な知見を得たのでその概要を報告する。

2. 調査方法

調査は過去の障害果発生歴が異なる6農家(M, T, N, S, K, I農家)で1999年6月から8月に実施した。

各農家とも栽培品種は「桃太郎8」で、定植苗は同一農家が同一ハウス内で育苗したものを用いていた。作型はハウス無加温半促成長期どり(10～11段まで収穫)で、マルチ栽培と早春には夜間にトンネル被覆をしていた。定植期は4月下旬から5月上旬で収穫期は6月中旬から9月上旬までであった。

作物体調査は6月11日から8月26日にかけて実施した。チャック果および窓あき果の発生割合は20個体を対象として1～8段目の調査総果数に対する果数を百分率で表した。草丈、葉長、茎径は同一の5株で継続的に調査した。調査時に収穫最盛期を迎えた果房段位の果実5個と、収穫した果実段位に近い小葉を採取し、その無機成分濃度を常法により測定した。

栽培終了時に1mの深さまでの土壌断面を調査し、各土層の透水性と一般化学性を常法に従い測定した。

地温は地表下20cmの地点で自記温度計を用いて測定した。

2000年12月1日受理

* 北海道立 花・野菜技術センター, 073-0026 滝川市
E-mail: rynakamura@agri.pref.hokkaido.jp

** 空知東部地区農業改良普及センター, 073-0463 滝川市

3. 結 果

(1) 滝川地域の土壌の特徴と栽培に関する聞き取り調査結果

当地域の土壌は石狩川沿いに展開する低地土であるが、河岸段丘も存在するため土壌の分布は複雑で土性は農家により異なった。さらに圃場の耕起法が違うために有効土層深が農家で異なっていた。

今回調査した農家は同一農家が育苗した苗を定植していた。

トマトの栽培方針、栽培技術の農家間差は大きかった。灌水量で見ると、多収を目的として多灌水とする農家（S, I, K, T農家）と、糖度の向上を目指し灌水を抑える農家（N, M農家）とに分かれた。

施肥は基肥重点型である農家が多く、窒素基肥量は最多で21kg/10aに達していた。当地域ではトマトは水稻の転換作物であり、基幹作物である水稻との労働競合から追肥を定期的に行えない農家も認められた。

(2) チャック果および窓あき果発生割合

チャック果発生割合を表1に、窓あき果発生割合を表2に示した。

表1 チャック果発生割合（％）

農家名/果房段位	1	2	3	4	5	6	7	8	平均	発生ピーク時期
M	3.6	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	—	—	1.3	生育前半(1, 2段)
N	2.6	1.1	2.6	0.7	3.3	0.0	0.0	—	1.5	全般(1～5段)
K	2.8	1.5	0.0	6.3	3.1	0.0	0.0	—	2.0	生育中半(4, 5段)
T	0.5	0.0	2.5	3.6	3.1	0.0	0.0	8.3	1.4	生育中半(4, 5段)
I	0.0	5.4	3.3	1.6	1.4	0.0	12.5	—	3.5	全般(1～5段)
S	4.0	5.7	7.8	5.1	5.0	1.4	0.0	0.0	4.1	全般(1～5段)

注) 発生割合は調査全果数に占める障害果の果数を百分率で表した。

表2 窓あき果発生割合（％）

農家名/果房段位	1	2	3	4	5	6	7	8	平均	発生ピーク時期
M	2.0	2.6	2.5	0.7	1.9	0.0	—	—	1.6	生育前半(1, 2段)
N	8.2	10.2	1.3	0.0	1.1	3.3	0.0	—	3.4	生育前半(1, 2段)
K	5.6	1.5	1.4	6.3	9.4	4.2	0.0	—	4.2	全般(1～7段)
T	4.2	12.5	2.5	4.5	3.1	4.2	7.7	0.0	5.5	全般(1～7段)
I	1.8	7.6	4.3	7.8	1.4	2.5	4.2	—	4.2	生育中半(3～6段)
S	0.6	2.3	7.8	4.4	7.0	5.6	2.3	0.0	4.3	生育中半(3～6段)

注) 発生割合は調査全果数に占める障害果の果数を百分率で表した。

表3 トマトの生育調査結果

農家名	茎径(mm)	葉長(cm)	6月25日	7月12日	8月6日
			草 丈 (cm)		
M	12.7±1.2	43±3.3	132	185	261
N	13.0±1.9	41±1.7	130	182	237
K	13.4±2.9	38±2.6	136	181	239
T	15.7±2.3	47±3.2	141	199	247
I	16.7±1.9	36±2.0	139	183	249
S	15.4±2.5	40±1.4	166	206	270

注) 茎径、葉長は各果房段位（1～9段）に直近の部位測定値の平均

障害果発生割合は農家および調査果房段位により異なった。チャック果および窓あき果とも発生割合は最大13％程度であった。

調査農家の定植した苗は同一農家で育苗されたものであったが、障害果発生割合に農家間差が認められた。チャック果および窓あき果とも、上段果房（4～8段）でも発生していた農家があった。

チャック果および窓あき果は直径が10mm程度の肥大開始直後の果実でも明らかに識別できた。花弁は正常果では果実肥大期には褐変し果実表面から容易に落下するのが普通であったが、チャック果では果実肥大期でも花弁は緑～黄色であり、果実表面に付着し、果実表皮の伸長を阻害していた。

(3) 作物体調査結果

① 茎葉部生育

各段位果房の直下で測定した茎直径および葉長の平均値と草丈の推移を表3に示した。

チャック果発生割合の少ない圃場ほど平均茎径はおおむね小さかった（図1）。窓あき果発生割合の多少と平均茎径の大小はほぼ対応した（図2）。

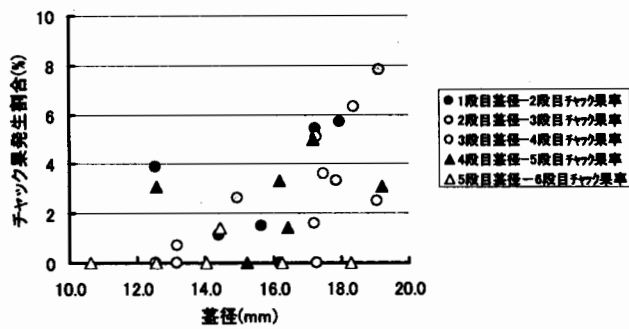


図1 茎径とチャック果発生割合との関係

チャック果発生割合は草丈の高い圃場ほど多い傾向があった(表3, 表1)。すなわち, 6月25日に測定した草丈の高低は, その時点で肥大している3段目~5段目の果実のチャック果発生割合の多少とほぼ対応した。同様に7月12日の草丈の大小と5段目~6段目の果実のチャック果発生割合の多少はほぼ対応した。

一方, 窓あき果発生割合の多少と草丈の高低との関係は明らかにできなかった。

チャック果および窓あき果発生割合と葉長とは関係が認められなかった(表3, 表1, 表2)。

② 果実の無機成分濃度

4~7段目の果房の果実無機成分濃度を正常果とチャック果とで対比して表4に示した。

また, 6月22日に採取した2~3段目の果房の窓あき果発生割合と果皮部の無機成分濃度との関係を図3

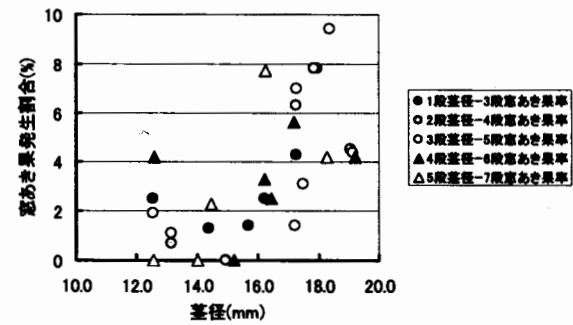


図2 茎径と窓あき果発生割合との関係

に示した。

チャック果は正常果に比較して, がく片および子室部分のカルシウム濃度が低く, 果皮部ではリン酸濃度が低い傾向にあった。さらにはがく片のマグネシウム濃度も低い傾向にあった。反面, 窓あき果発生割合が多い圃場のトマトほど果皮, 子室部およびがく片部のカルシウム濃度は低かった。窓あき果発生割合が多い圃場のトマトほど果皮部分の窒素, カリウム, リン酸およびマグネシウム濃度が高い傾向にあった。

③ 葉の無機成分の濃度

1段目~6段目までの果実段位に最も近い各段位の葉の無機成分濃度の平均値を表5に示した。

窓あき果発生割合が他の圃場に比較して少なかったM圃場では他の圃場に比較してトマトの葉のカルシウム濃度が高く, カリウム濃度は低かった。障害果発生

表4 チェック果果実の無機成分の特徴

部位		N	P	K	Ca	Mg
がく片	相 対 値	91	99	103	87	88
	濃度(%)	1.71	0.24	1.8	1.3	0.39
子 室	相 対 値	95	102	96	75	97
	濃度(%)	2.26	0.47	3.01	0.03	0.16
果 皮	相 対 値	107	76	101	99	101
	濃度(%)	1.15	0.39	2.62	0.11	0.13

注) 濃度はチャック果の乾物重濃度(%)

相対値はチャック果の成分濃度の正常果果実に対する相対値4~7段果房から25個体ずつ対比して算出した。

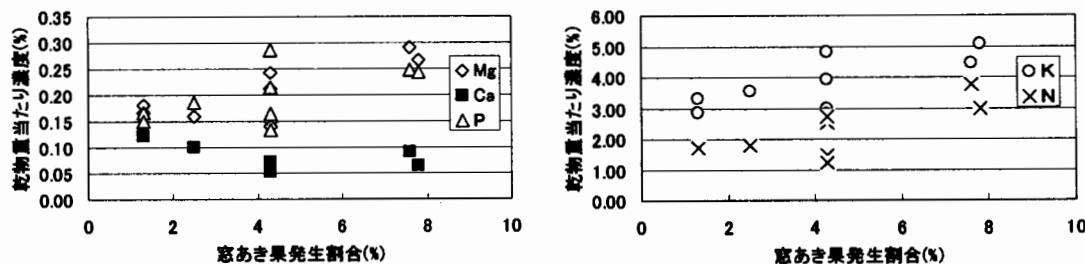


図3 窓あき果発生割合と果皮部の無機成分濃度との関係

表5 トマトの葉の無機成分濃度(%)

農家名	N	P	K	Ca	Mg
M	3.31	0.23	6.86	1.78	0.75
N	3.65	0.23	3.76	3.69	0.99
K	3.31	0.16	3.87	2.85	0.80
T	3.60	0.15	3.59	3.76	1.00
I	3.48	0.24	3.77	2.99	0.87
S	3.60	0.33	4.09	2.50	2.18

注) 1～6段各果房に直近の葉の平均値で表した。

割合の少ない圃場ほど葉のカルシウム/カリウム濃度比が高く(図4)、カルシウム/窒素濃度比は高かった。

(4) 土壌化学性調査結果

① 土壌断面の概要

根張りの程度、土壌の透水性、土性、有効土層深および地下水位の出現位置などを表6にまとめた。

滝川地域では周囲に水田のある圃場が多く、本調査でも4圃場で1m以内の土層に地下水面が認められた。

根の分布が多かった有効土層深は、チャック果、窓あき果発生割合が最も少ないM圃場では43cmと深かつ

たが、その他の圃場では18～25cmと浅かった。

チャック果が常時発生していたIおよびN圃場では50cm深程度に地下水面が認められ、S圃場では地下水位が深く多灌水で栽培していた。生育中半でチャック果発生割合が高かったK圃場では地下水位が78cmとI、N圃場に比較してやや深く、T圃場では地下水位が1m以内の土層に認められなかったがマンガン斑集積層が54cm程度に認められた。上段果房でのチャック果発生割合が低かったM圃場の透水性は良好であった。

窓あき果は、粘質な埴壌土が2層目から分布したKおよびT圃場において常時発生していた。土性がやや荒いIおよびS圃場では中段果房で窓あき果が多発していた。土性がさらに荒いMおよびN圃場では低段果房で窓あき果が発生する傾向であった。下層土の土壌粒子が細かい圃場ほど土壌は粘質であり透水性は劣った。

② 土壌化学性の概要

収穫終了時における作土層の土壌化学性を表7に示した。

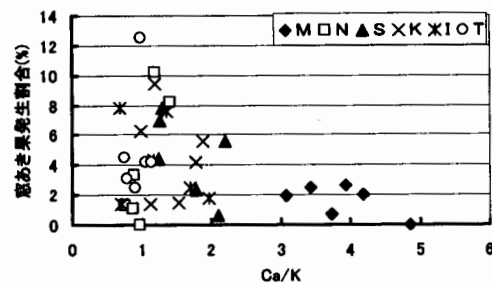
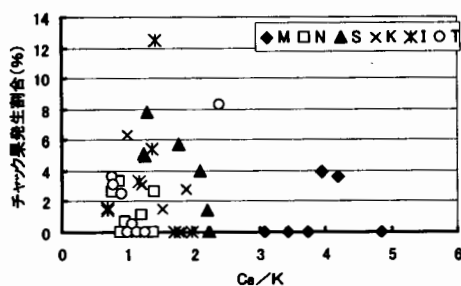


図4 葉のカルシウム/カリウム濃度比と障害果発生割合との関係

注) カルシウムおよびカリウムの濃度は調査果房に直近の葉の値

表6 土壌断面調査結果の概要

農家名	土性 1/2/3層目	透水性 1,2層目/3層目	断面に現れた 斑紋結核	根分布が多の 土層深(cm)	(cm) 湧水面
M	SiL/SiL	良/良	鉄雲状斑	43	1m以下
N	L/L/SL	良/やや良	鉄糸根状	25	43
K	L/SiC/CL	良/不良	鉄管状	18	78
T	L/CL/CL	良/不良	Mn斑集積層	18	—
I	L/CL/CL	良/不良	鉄糸根状, Mn斑	23	50
S	L/L/SiCL	良/やや不良	—	25	77

表7 作土層の化学性(跡地土壌)

農家名	pH	(mS/cm) EC	(mg/100g) 無機態N	交換性塩基 (mg/100g)			(mg/100g) トルオーグリン酸	Ca/Mg比	障害果 発生割合
				CaO	K ₂ O	MgO			
M	7.1	0.11	1.3	405	44	59	93	4.9	2.9
N	5.4	0.09	0.8	242	36	45	70	3.8	4.9
K	6.1	0.15	1.7	485	71	159	196	2.2	6.2
T	6.5	0.20	0.7	407	15	74	53	3.9	6.9
I	5.6	0.25	1.6	149	28	50	106	2.1	7.7
S	5.7	0.33	4.8	338	46	116	121	2.1	8.4

注) 障害果発生割合はチャック果と窓あき果の発生割合の合計

チャック果発生割合が少ない圃場（M, T, N）では、石灰／苦土比がほぼ土壌診断基準値以内であり、他の圃場（K, I, S）はかなり低かった。特に窓あき果発生割合が低かったM圃場の石灰／苦土比は、他の圃場に比較して高かった。

交換性カリウムとマグネシウムの各含量は野菜畑を対象とした北海道土壌診断基準を上回る圃場が多かった。

各圃場とも有効態リン酸含量は野菜畑を対象とした北海道の土壌診断基準値以上であった。

(5) 地温の測定結果

障害は果実直径が小さい段階から目視できるため、果実直径が概ね10mm程度となった時期の最低地温と窓あき果発生割合との関係を図5に、地温の日格差（最高地温と最低地温の差）とチャック果発生割合との関係を図6に示した。

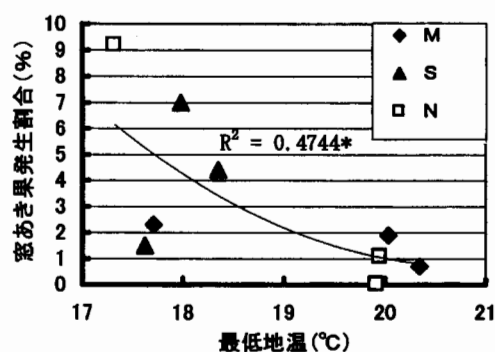


図5 最低地温と窓あき果発生割合との関係

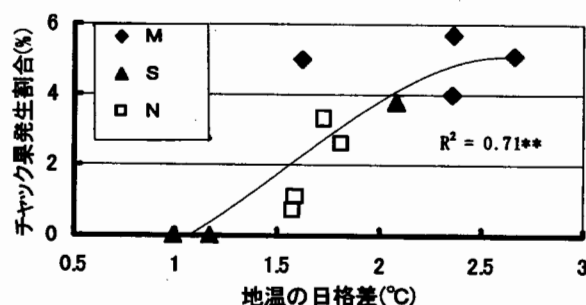


図6 最高最低地温の日格差とチャック果発生割合との関係

チャック果は地温の日格差が大きい圃場ほど多発し（図5）、窓あき果は最低地温が低いほど多発した（図6）。地温の日格差の農家間差は、6月中旬以前で大きく、6月下旬以後には小さくなった。

なお、T, I およびK圃場では計器故障により地温を測定できなかった。

4. 考 察

チャック果および窓あき果の発生原因を作物体の生育と栄養状態、土壌理化学性および地温から検討した。

調査農家はいずれも同一農家で育苗された苗を定植していたが、障害果発生割合に農家間で差があり（表1, 表2）、発生割合の多少と茎葉の生育量の多少は対応していたことから、定植後の栽培管理が障害果発生に影響していたと考えられる（図1, 図2）。

障害果の無機成分濃度は正常果と比較して、チャック果ではがく片、子室部分のカルシウム濃度が低く、窓あき果では果皮部、がく片部のカルシウム濃度が低かった。さらに、チャック果および窓あき果発生割合は葉のカルシウム／カリウム濃度比が低いほど多かった（図4）。カリウムはカルシウムと吸収が拮抗する成分である。

土壌分析の結果、交換性カリウム、交換性マグネシウム含量は北海道土壌診断基準以上である圃場が多かったが、チャック果発生割合の少ない圃場では土壌の石灰／苦土比は高かった。

さらに、障害果発生割合の多い圃場は、根の分布が浅い特徴があった（表6）。下層土の透水性が悪く、地下水位が浅く土壌水分の多い圃場ほどチャック果は上段果房でも常時多発していた（表1, 表6）。また、下層土が粘質で透水性の劣る圃場ほど窓あき果が上段果房でも多発する傾向が認められた（表2, 表6）。このように障害果多発圃場では、透水性の劣る粘質な土層が浅い位置に出現し、根の伸長を停滞させる傾向にあった。根の分布が浅いと、吸収形態が受動吸収で吸収量が根はりの程度に影響されやすいカルシウムの吸収は特に抑制されることが考えられる。また、透水性の悪い土層が浅く出現する圃場では、灌水時には地表近くの土壌は過湿になりやすく、日中には乾きやすく、乾湿の繰り返しの受けやすいとされている³⁾。乾湿の繰り返される条件では、作物体はカルシウム欠乏を助長することが報告されている⁹⁾。

ゆえに、カリウムおよびマグネシウムの土壌への集積などによるカルシウム吸収の抑制や有効土層の浅いことが、果実部位のカルシウム濃度の低下と障害果発生を助長させていると推察できる。障害が認められた果皮のカルシウム濃度は窓あき果の方がチャック果よりも低かった（図3, 表4）。窓あき果はチャック果に比較して果皮部のカルシウム欠乏が顕著な場合に発生すると考えられた。

一方、図4にみられるように、障害果の発生はカルシウムの吸収拮抗成分であるカリウム濃度の多少のみでは説明しきれず、他の成分の関与も考えられる。

イチゴでは窒素過多などで生育が旺盛な場合、蒸散流により葉に蓄積しやすいカルシウムの果実への転流量が減少し果実のカルシウム濃度が低下することが報告されている⁸⁾。

本調査でも、障害果が多い圃場では、多肥、多灌水量である傾向にあり、トマト茎葉部の生育は障害果が少ない圃場に比較して旺盛であった。さらに、トマトの茎径が太いほど果実の窒素濃度／カルシウム濃度の比は大きかった(図7)。ゆえに障害果が多発した圃場では、窒素施肥量の増加に伴い茎葉部の生育量が増加し、茎葉部と果実部とで吸収養分の分配競合が生じ果実のカルシウム濃度が相対的に低下したと考えられる。また、 n 段目果房のチャック率は $n-1$ 段目果房 ($n=2\sim4$) 直近の茎径と正の相関関係にあり、窓あき果では $n-2$ 段目果房 ($n=3\sim7$) 直近の茎径と正の相関にあった(図1, 図2)。さらにチャック果の方が窓あき果に比較して発生割合の多少が草丈の高低に対応していた。これらのことから窓あき果はチャック果に比較して果実形成の早い段階での養水分管理の影響を受けたと考えられる。

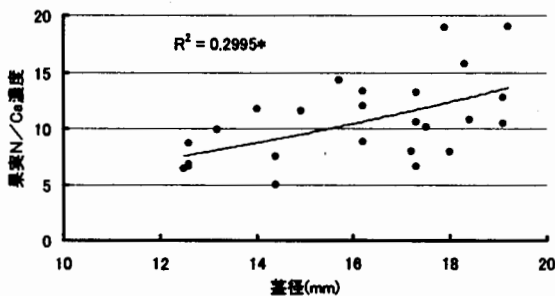


図7 n 段目の果実N濃度／Ca濃度と $n-1$ 段目の茎径との関係 ($n=2\sim6$)

次に1～2段目果房の窓あき果発生割合は茎径との関係が弱く、窓あき果は生育初期に最低地温が低かった圃場ほど多発していた(図5)。低夜温条件は、特に強草勢条件で窓あき果発生割合に影響することが青木らによって報告されている¹⁾。チャック果は地温の日格差が大きい圃場ほど多発する傾向にあった(図6)。地温の日格差によるチャック果発生の機作については今後の検討が必要である。しかし、チャック果が多発した圃場は土壌の透水性が悪く灌水時には過湿条件になりやすいことを考えると、根の養水分吸収力の急激な変化が障害果発生に影響していると思われる。地温日格差の農家間差は6月中旬以前で大きく、6月下旬以後では小さくなった。そのことから特に生育初期の地・気温管理に注意することで、チャック果および窓あき果の発生割合を低減できると考えられた。

以上、トマトのチャック果および窓あき果の発生要

因を整理すると次のようになる。

①果実部のカルシウム欠乏が発生要因であり、②地下水位が高いことや有効土層深が浅いためカルシウムの吸収可能量が限られていること、③土壌の交換性カリウム含量が高いことによる吸収の拮抗、④不適切な窒素施肥や灌水による旺盛な茎葉部の生育による果実部のカルシウム濃度の相対的低下が発生を助長し、⑤低地温や大きい地温の日格差も発生に関与していることが確認できた。

そこで、これら障害果発生を防止する対策として、①心土破碎などにより透水性の改善と有効土層の確保に努めること、②生育状況に応じた少量多回数の灌水、追肥を心がけ、水稻との労働競合の面で多回数の追肥が困難な場合は緩効性肥料の利用を図ること、③土壌診断を活用して土壌の交換性カルシウム、カリウムおよびマグネシウム含量を適正に維持すること、④6月中旬以前の生育初期におけるこまめな換気と保温および地温上昇抑制型マルチフィルムの利用などにより地・気温を適切に管理することが重要である。

今後の残された問題としては、①本調査で得た障害発生要因の実証、②栄養診断基準値の設定と現地への普及が進んでいる簡易な栄養診断機器を用いた施肥管理の実施、③有効土層深を確保するための耕盤層を形成し難い土壌管理法と圃場管理作業機械の開発などである。

一方、有効土層を拡大するとトマトの生育は地下水の影響を受けやすくなることが予想される。当地域では収量を安定確保する他に、トマト果実の糖度を高めて市場競争力を高める努力も始まっている。トマトの糖度を高めるには土壌水分を制御することが重要である。滝川地域のように栽培圃場が水田で囲まれ圃場の地下水位が高いトマト産地では根域を制限し、かつ障害果が発生しないような栽培法を導入することも市場競争力を高めるために重要である。そのためには根域制限下でも養水分の過不足を招かない養液土耕システムなどの導入が有効と考えられる。このような栽培法の導入は単に高品質安定生産を図るのみでなく、当地域に多くある水稻育苗ハウスの夏期間中の有効利用も期待できる。

謝辞：本論文の作成に際し、研究の機会を与えて下さった北海道立北見農業試験場長宮浦邦晃博士に深甚なる謝意を表します。論文校閲の労をとられた北海道立中央農業試験場農業環境部長能代昌雄博士ならびに終始懇篤なご助言を賜った北海道立中央農業試験場クリーン農業部副部長鎌田賢一博士に心から御礼申し上げます。また適切な助言を頂いた北海道立花・野菜技術センター場長前田要博士、同研究部長志賀義彦博士、

同主任研究員目黒孝司氏に深く感謝致します。終わりに臨み、今回の調査に多大な便宜を与えていただいた滝川市江部乙地区の農家の皆様に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 青木一郎, 大橋敢, “トマト育苗中の低夜温の影響”, 栃木県農試研報, 第11号, 117~123(1975)
- 2) 有村利治, 渡辺洋一, 竹越曜通, 松本勇, “トマト完熟系品種の促成栽培におけるチャック果の発生について”, 北海道園芸研究談話会報, 25, 10~11(1992)
- 3) 大林弘道, “深耕が夏秋トマトの生育や葉の水ポテンシャルに及ぼす影響”, 愛媛県農試研報, 第28号, 31~35(1988)
- 4) 加藤徹, 児玉英智, “ハウス果菜の生理障害発生防止に関する研究(第3報) トマトの窓あき果発生に関する研究”, 高知大学研究, 17, 22~25(1973)
- 5) 昭和52年普及奨励ならびに指導参考事項, 1977, 220~228, 北海道農務部
- 6) 昭和58年普及奨励ならびに指導参考事項, 1983, 178~184, 北海道農務部
- 7) 戸塚茂実, 山本幸彦, 柴戸靖史, “完熟型トマトの異常果発生防止対策”, 農業および園芸, 第66巻, 937~942(1991)
- 8) 中村隆一, 五十嵐正彦, 前野利幸, 元木征治, “イチゴ「きたえくぼ」栽培圃場の土壌理化学性と先白果発生の事態”, 北農, 第65巻, 261~265(1998)
- 9) 深沢郁男, 和田悦郎, 木村栄, 安川俊彦, 栃木博美, 本島俊明, 石川孝一, 赤城博, “トマトの窓あき果の発生要因について”, 栃木県農試研報, 第40号, 13~27(1993)

Investigation on Disordered Tomato Fruits in Drained Paddy Field for Upland Crop to Control their Appearance.

Ryuichi NAKAMURA*¹, Shinichi OKUBO*² and Goh HIRAI*¹

Summary

The appearance of disordered tomato fruits, welted or pitted fruits, which is called “chakkuka” and “madoakika”, have been a big problem in drained paddy field for upland crop cultivation of TAKIKAWA area since 1998.

We investigated the field condition and cultivation method and concluded that these disordered fruits are caused by low Ca content in the fruits.

The methods to increase supplement of calcium to fruits are summarised as follows:

1. Deeploos subsoil to improve drainage and to expand effective soil depth to increase absorption of Ca from soil.
2. Supply water and fertilizer in short interval to prevent radical change of these concentration in soil and crop.
3. Keep exchangeable Ca, Mg and K content of the soil moderately. High Ca content and low Mg or K content is desirable.
4. Control air and soil temperature by ventilation and using plastic mulch film especially in early stage.

*¹ Hokkaido Ornamental Plants and Vegetables Research Center, Takikawa, Hokkaido, 073-0026 Japan

E-mail:ryonakamura@agri.pref.hokkaido.jp

*² Hokkaido Sorachi-toubu Agricultural Extension Center, Takikawa, Hokkaido, 079-0463 Japan