農研機構
NARO 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

The Amount of Residues Emitted from Different Types of Greenhouse Tomato Production and the Review for Processing Condition

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 安, 東赫, 向, 弘之, 岩崎, 泰永, 中野, 明正 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001762

野菜茶業研究所研究報告　12 ： 67 ～ 74（2013）

異なるタイプのトマト施設生産における残渣発生量および残渣処理条件の検討

安　東赫・向　弘之・岩崎　泰永・中野　明正

（平成 24 年 10 月 11 日受理）

The Amount of Residues Emitted from Different Types of Greenhouse Tomato Production and the Review for Processing Condition

Dong-Hyuk Ahn, Hiroyuki Mukai, Yasunaga Iwasaki, and Akimasa Nakano

Ⅰ　緒　　言

近年，施設の大規模化や周年栽培技術の普及により，1 年中大量の果菜類が生産されている．一般的にトマト栽培では，主枝を伸ばし長期にわたり多段の果房から収穫を続ける長期多段栽培（以下，多段栽培）と，1~4 段果房までの収穫を目的としてそれ以上の節を摘心し短期間の収穫を繰り返す低段密植栽培（以下，低段栽培）が主流になっている（久富，1978；渡辺，2006；鈴木，2008）．栽培管理や収量，作業性などに，それぞれ長所と短所を有しているが，いずれの栽培方式でも生産性を向上するため，栽植密度や環境調節など，様々な工夫がなされている（土屋, 2007；安場ら, 2011）．さらに，多段と低段栽培を組み合わせて更なる多収生産を求める取り組みもある（SHP 関東地域農業研究・普及協議会，2010）．

日本でも高い生産性を示す栽培技術を活用した施設生産が進められている中，このような周年多収生産を求めれば求めるほど，残渣の量は増加することが予想される．実際に大規模なトマト生産では，排出される茎葉や果実等の残渣も大量になる．そのほとんどが業者等に処理を委託され，一般廃棄物としての残渣処分に多額の経費を要し（中野ら，2010），生産コストに上乗せされている．今後，これらの残渣をいかに減らすか，あるいは堆肥化等を利用し有効に活用するかが注目されている（中野，2008；竹本ら，2010）．しかし，栽培方式や品種タイプによって可販果収量や生産性だけでなく，残渣の発生量に差があると見られているが，実際に確認された事例は見当たらない．

一方，植物残渣処理，特に堆肥化の過程では副産物として CO_2 や無機成分，熱などが発生するが，これらは施設栽培において重要な環境調節の材料であり，高収益生産のために有効利用できる可能性があるため，回収し施設生産に活用することによって，大幅な生産コストの削減や環境負荷低減が期待できる．しかし，有機物の堆肥化技術は副資材の種類や混合割合，製造方法が様々であり，成分のばらつきが大きく（農林水産技術会議事務局，2004），養液栽培のような施設栽培では，安定した利用が困難である．また，堆肥化技術は主に土壌改良や肥料供給の手段として利用することを前提とし検討されてきたため，CO_2 や熱を回収し栽培環境調節へ再利用することに関する知見や研究事例はほとんどない．

そこで本研究では，トマトの施設栽培における残渣発生量を詳細に把握するため，異なる果実サイズの品種タイプ（以下，品種タイプ）や栽培方式における残渣発生量を実測した．次に，トマト残渣の堆肥化過程で得られる成分の施設栽培への利用を目的とし，トマト残渣利用の可能性に関する基礎的な知見を得るために，残渣の堆肥化過程における CO_2，熱およびアンモニアの発生傾向と，異なる条件下における残渣の温度変化を調査した．

〒 470-2351　愛知県知多郡武豊町南中根 40-1
野菜生産技術研究領域



図－１ 多段栽培（上）と低段栽培（下）の様子

Ⅱ 材料及び方法

1 残渣発生量の測定

a 栽培方式による残渣発生量の差異

トマト施設栽培に伴う残渣発生量を測定するため，野菜茶業研究所（愛知県武豊町）内のユニット工法ハウス（1,000 ㎡，軒高：3.5m）で栽培を行った．‘桃太郎ヨーク’を供試し，2010 年 10 月 26 日に播種した．閉鎖系苗生産システム（苗テラス，MKV ドリーム㈱）を利用し昼温 25℃，夜温 20℃，日長 12 時間，CO_2 濃度 900ppm 条件下で育苗後，11 月 29 日にロックウール養液栽培装置に定植した．栽培方式別の残渣発生量を比較するため，図－１のように，多段および低段栽培を行った．

両端の列と各ベッドの外側のスラブはボーダーとし内側の株を収量および残渣発生量調査に用いた．多段および低段栽培ともにランダムで 4 スラブを選び，1 スラブ当たり 4 株ずつ，合計 16 株を対象に調査を行った．

配置した 10.8m のベッド間隔は 1.8m で，多段栽培では，ロックウールスラブ（900 × 150 × 75mm）あたり 4 株ずつ定植し，2.47 株 / ㎡の栽植密度で高さ 2.8m のハイワイヤー誘引栽培（糠谷，1997）を行った．低段栽培では，ロックウールスラブあたり 8 株（4.94 株 / ㎡）ずつ定植し，第 3 段花房が開花時に花房の上に 2 葉を残して摘心した．低段栽培では，第 3 段の果実の収穫終了後，改植を行った．改植は 30 日育苗した苗を用い 2010 年 4 月 8 日と 7 月 8 日に行った．多段および低段栽培ともに 12 スラブずつ定植し，掛け流し式の養液栽培（大塚 A 処方，EC1.8 dS・m^{-1}）を行った．多段栽培では，1 週間ごとに腋芽および先端から 25 枚以下の葉を除去したが，低段栽培では，1 週間ごとの腋芽除去のみを行った．多段および低段栽培ともに栽培期間中は，季節にかかわらず，ハウス内気温が 13℃以下になると暖房機を，27℃以上になると換気装置を稼動するように設定し管理した．

残渣発生量および収量は，翌年 8 月 22 日まで調査を行った．栽培期間中に発生した不良果実，腋芽，下葉と実験終了時の収穫物を除いた茎葉および果実を残渣とし，発生随時に新鮮重を測定した．

b トマト品種タイプによる残渣発生量の差異

供試品種として，小果系（‘ミニキャロル’[サカタのタネ㈱]，‘ピコ’，‘イエローピコ’[以上，タキイ種苗㈱]），中果系（‘グルメ’[中原採種場㈱]，‘レットオーレ’[カネコ種苗㈱]，‘ルイ 60’[タキイ種苗㈱]），大果系（‘桃太郎ヨーク’，‘ハウス桃太郎’[以上，タキイ種苗㈱]，‘麗容’[サカタのタネ㈱]）を用いた．11 月 29 日にロックウールスラブあたり 4 株ずつ（2.47 株 / ㎡）各品種 16 株を定植した．両端の列と各ベッドの外側のスラブはボーダーとし内側の株を調査に用いた．1 スラブ内には同じ品種を栽培し，各品種 4 つのスラブをランダムに配置してスラブ毎に調査を行った．

小果系および中果系トマトは長段栽培が一般的であることから，品種タイプによる残渣発生量調査では長段栽培での比較とし，1 本仕立てのハイワイヤー栽培を行った．その他の栽培方法や調査時期，方法等は，前述した実験と同様に行った．

2 残渣処理に伴う CO_2 およびアンモニア発生と温度変化

a トマト残渣からの CO_2 発生

中野ら（2010）が用いた攪拌装置（業務用生ゴミ処理機，SN-150F 型，瀧澤㈱）を利用し，トマト残渣から発生する CO_2 の発生状況をモニタリングした．2010 年 1 月 12 日に装置内にオガクズ 1.5m^3 を充填し，その後，トマト生産に伴い生じる茎葉および果実を随時投入し，

1時間毎に攪拌するようにした．攪拌装置の排気口にはCO_2センサー（MA500，㈱チノー）を設置し，3月11日から3月15日まで測定を行った．

なお，トマト残渣からの発生ガスがトマトに及ぼす影響を確認するため，図－5左のように攪拌装置の排気口に簡易ハウス（幅3.4×奥行1.5×高さ2.5m）を設置し，排気ガスの有無の条件下でトマト栽培を行った．2010年5月21日に攪拌装置にトマト残渣（茎葉＋果実500㎏）とオガクズ（1.5m^3）を混合し稼働させた．稼働後2週目には，1/5000aポットで土耕栽培し3段果房が開花した健全なトマト株を簡易ハウス内に移動させ，10日間観察を行った．簡易ハウス内は，気温が25℃以上になると自動換気するように設定した．トマト株にはタイマーを用いてEC1.8 dS・m^{-1}の培養液を自動給液しながら栽培を行った．観察期間中の簡易ハウス内の気温は，20℃～31℃の間で推移した．

b トマト残渣からのアンモニアの発生

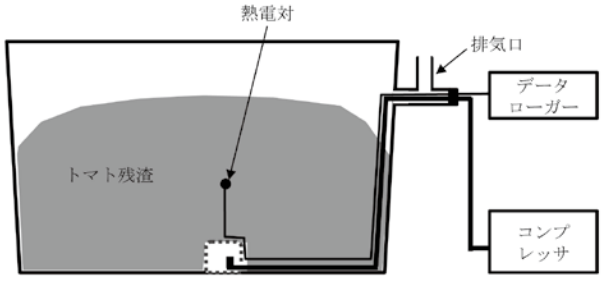
トマト残渣処理に伴うアンモニア発生と温度変化との関係を調べるため，図－2に示した断熱性容器（幅49×奥行24×高さ32cm）にチップ状にしたトマトの茎葉のみを25L（11.6㎏）入れ，コンプレッサを利用して24時間通気を行った．通気量はバルブを用い10L/分に調整した．残渣の中心部には熱電対を，排気口にはアンモニアガスセンサー（M205AXT，㈱シロ産業）を設置し，残渣中の温度変化と排気中のアンモニアの濃度変化を12月14日から20日間調査した．

c トマト残渣における乾燥処理と温度変化

トマト残渣の体積および水分調整のための前処理を検討するため，自然乾燥によって含水率を変えた残渣の温度変化を比較した．施設栽培で採集したトマト茎葉をチップ状にし，プラスチックハウス内で同じ重量の茎葉を平面にばらまいた．それぞれの重量が80%（2日乾燥）と60%（7日乾燥）になるまで自然乾燥させたものを図－2の装置内に入れ，12月14日から20日間残渣の温度変化を測定した．本実験ではオガクズと混合せずトマト茎葉のみを用いた．

d オガクズとの混合比率と残渣の温度変化

トマト残渣と副資材の混合の影響を調べるため，オガクズとの混合比率を変えたものの温度変化を測定した．実験ではトマト茎葉：オガクズを4：1，2：1，4：3，1：1（v/v）にしたものを12月14日に図－2の装置内に入れ，30日間温度変化を測定した．実験に用いた材料の全炭素と全窒素はCNコーダ（JMC1000CN，ジェイ・サイエンス）で測定した．実験に用いたトマト茎葉とオガクズのC/N比は，それぞれ18.3と149.9であり，含水率はトマトが88.2%で，オガクズが10.5%であった．



図－2　残渣処理条件の検討に用いた断熱性容器の簡略図

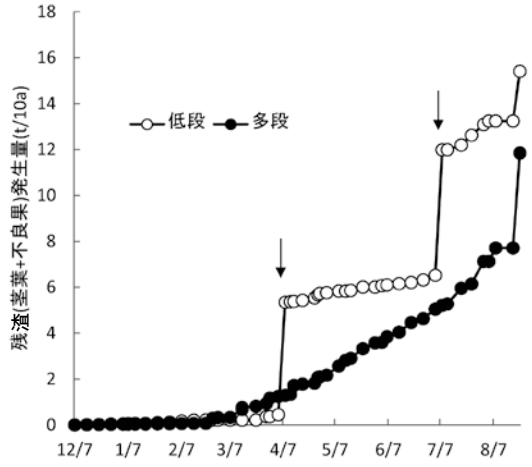
Ⅲ　結　　果

1　残渣発生量の測定

a 栽培方式による残渣発生量の差異

図－3には多段および低段栽培において発生した残渣発生量の推移を示した．

多段栽培は定植後1週間から腋芽による残渣発生が始まったが，収穫や下葉除去が始まった2月中旬からの発生量が多くなった．一方，低段栽培では，栽培期間中の残渣発生は少ないが，3段までの収穫が終了し，株



図－3　多段および低段栽培における残渣発生量の推移
図中の矢印は低段栽培の更新時期を示す．

を更新する際の発生量が多かった．

実験終了時までの収量は多段栽培が26.3 kg / ㎡で低段栽培の18.0 kg / ㎡に比べて高かった．しかし，多段栽培と低段栽培の残渣発生量は，それぞれ11.8，15.4 kg / ㎡であり，低段栽培の方が30％多かった（表－1）．この量を収量1kgあたり残渣発生量に換算すると，多段栽培は0.45 kgで，低段栽培は0.86 kgであった．総生産量（収量＋残渣）に対する割合も低段栽培が46.1%で，多段栽培の31.2%より約14%多かった．多段栽培では，茎葉と果実の割合がそれぞれ59.2％と40.8％で，差が少なかったのに対し，低段栽培では残渣の87.7%が茎葉であった．

b トマト品種タイプによる残渣発生量の差異

小果，中果，大果トマトを用い，多段栽培を行った結果，収量および残渣発生量に差が見られた（表－2）．

栽培期間中の収量は大果系トマトが26.6 kg / ㎡で最も高く，小果系トマトが17.7 kg / ㎡で最も低かった．しかし，残渣発生量については収量のような有意な差はなかった．総生産量に対する残渣の割合は，小果系が43.1%で，収量あたりの残渣発生量は0.76 kg/kgとなり，他のタイプに比べて最も高かった．また，小果系では残渣の93.6%が茎葉であったのに対し，大果系では茎葉は63.2%で，果実からの発生が36.8%を占めた．中果系と大果系トマトでは，総生産量に対する残渣発生の割合は同程度であった．

2 残渣処理に伴う CO_2 およびアンモニア発生と温度変化

a トマト残渣からの CO_2 およびアンモニアの発生

図－4には残渣処理時のCO_2濃度変動を示した．外気のCO_2濃度は400μL・L^{-1}に安定しているのに対し，残渣排気のCO_2濃度は高く推移した．特に1時間ごとに行われた攪拌時には，1,500μL・L^{-1}を超える濃度上昇がみられた．

攪拌装置の排気口に設置した簡易ハウス内でトマトをポット栽培した結果，トマト残渣の堆肥化に伴って発生したガスによる障害が生じた（図－5右）．簡易ハウス内に設置後2日目から葉は褐色に変色し，葉の表面から壊死斑が発生した（図－5右下）．トマト株は設置後5日後に枯死した．

b トマト残渣からの CO_2 およびアンモニアの発生

図－6には断熱性容器に入れたトマト残渣の温度と，排気口に設置したアンモニアガスセンサーの測定結果を示した．残渣の温度は実験開始後3日目に急激に上昇し，約40℃に達してからその後，徐々に低下した．アンモニア濃度は4日目から濃度の上昇が見られ5日目に

表－1 栽培方式による収量および残渣発生量の差異

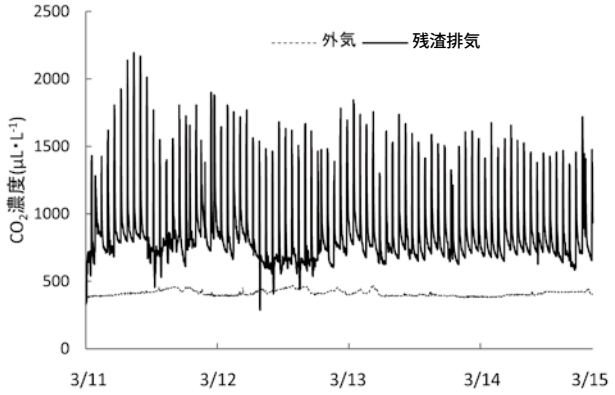
栽培方式	収量 (kg/㎡)	残渣発生量(kg/㎡) 茎葉	果実	計	総生産量 (kg/㎡)	収量当たり残渣発生量 (kg/kg)	残渣割合[b] (%)
多段	26.3	7.0(59.2[a])	4.8(40.8)	11.8	38.1	0.45	31.1
低段	18.0	13.5(87.7)	1.9(12.3)	15.4	33.4	0.86	46.1
	**[c]	**	**	**	**		

a 残渣発生量に対する割合(%)
b 残渣発生量÷総生産量×100
c t検定により，**は1%水準で有意差あり

表－2 トマト品種タイプによる収量および残渣発生量の差異

果実タイプ	収量 (kg/㎡)	残渣発生量(kg/㎡) 茎葉	果実	計	総生産量 (kg/㎡)	収量当たり残渣発生量 (kg/kg)	残渣割合[c] (%)
小果	17.7 b[a]	12.6 a(93.6[b])	0.86 c(6.4)	13.4 a	31.2 a	0.76	43.1
中果	25.0 a	9.3 a(76.5)	2.87 b(23.5)	12.2 a	37.2 a	0.49	32.9
大果	26.6 a	8.4 a(63.2)	4.90 a(36.8)	13.3 a	39.9 a	0.50	33.3

a 異なる文字間にはTukeyの多重検定により5%水準で有意差あり
b 残渣発生量に対する割合(%)
c 残渣発生量÷総生産量×100



図－4　残渣から排出されるガス中の CO_2 濃度
（測定日：3月11日～15日）

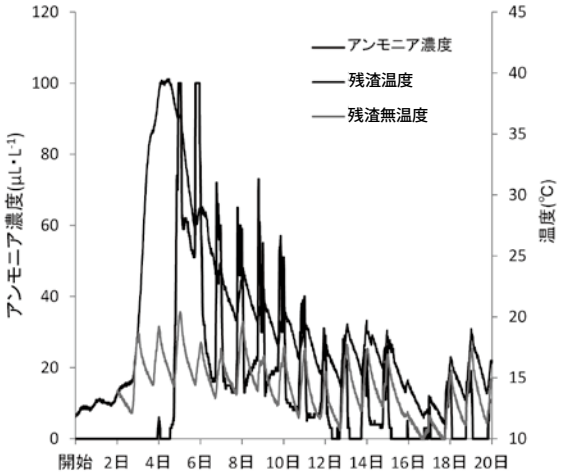


図－5　実験に用いた簡易ハウスの簡略図（左）および残渣から発生したガスによる障害（右）
左上は側面図，左下は正面図，
右上はガス無，右中央と右下はガス有
撮影日は処理後3日目

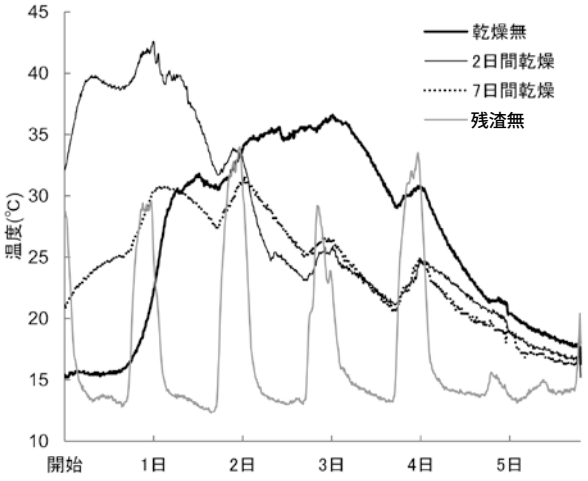
100μL・L^{-1} に達し，その後，日変化しながら減少した．アンモニアは実験開始後約20日間検出された．

c トマト残渣における乾燥処理と温度変化

堆肥化前処理として行った自然乾燥処理の程度によって，温度変化の傾向は異なった（図－7）．乾燥処理をしなかった区では開始24時間後から15℃だった温度が上昇し，3日目に約36℃まで達したのに対し，2日間乾燥処理したものは開始直後32℃から42.5℃まで上昇し，24時間後から徐々に低下した．7日間乾燥処理した区では，測定期間中16℃から31℃の間で推移し，外気温と同様である残渣を入れてない容器内の最高気温より大幅に高くなることはなかった．



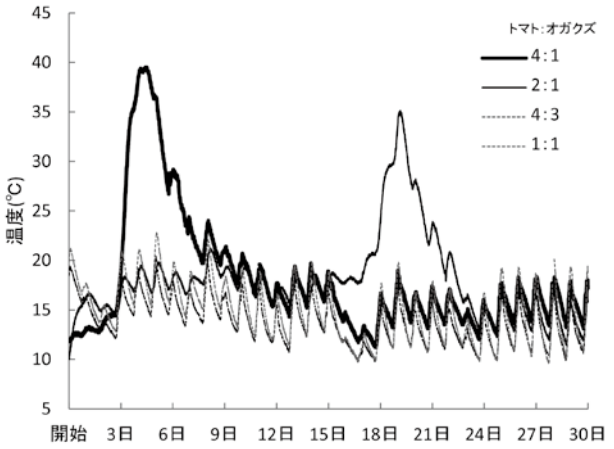
図－6　トマト残渣の温度変化および排気中アンモニアの濃度変化
残渣無の温度は外気温と同様である．



図－7　自然乾燥処理がトマト残渣の温度変化に及ぼす影響
残渣無の温度は外気温と同様である．

d オガクズとの混合比率と残渣の温度変化

堆肥化の副資材としてオガクズとの混合を検討した結果（図－8），混合率によって温度上昇の傾向に差が見られた．トマトとオガクズを4：1に混合したものは，実験開始3日目から温度が急激に上昇し，4日目にピークがみられたが，2：1に混合したものは19日目に温度のピークが現れた．トマトとオガクズを4：3と1：1に混合した区では30日間温度の上昇は確認できなかった．



図－8 オガクズとの混合比率がトマト残渣の温度変化に及ぼす影響

Ⅳ 考 察

本実験での測定の結果，総生産量に対する単位面積当たりの残渣発生量は，栽培方式によって大きな差があり，低段栽培では多段栽培に比べおよそ30%多かった．中野ら（2010）は，トマトの施設栽培における残渣発生量は総生産量のおよそ3分の1であり，残渣の6割は茎葉で，4割は果実と推定しており，本実験の多段栽培の結果と一致した．しかし，低段栽培では総生産量の46%が廃棄残渣であり，可販果率が高いことから，およそ9割が茎葉によるものであることが確認された．

得られた収量から計算すると，低段栽培ではトマト1kgの生産につき0.85kgの残渣が発生する計算となり，多段栽培の0.45kgに比べて約2倍の量であった．これは，栽植本数や作付け回数の差による影響が大きいと考えられるが，本実験では，低段栽培の栽植本数を10aあたり4,940株とし，約10か月間の栽培であったため，さらに栽植密度を上げる場合や周年栽培によって株更新回数が増える場合，多段栽培との差はさらに大きくなると予想される．また，トマトのタイプによって総残渣発生量に大きな差はなかったが，残渣割合は，中果系や大果系トマトに比べ小果系トマトが高かった．すなわち，同じトマト生産であっても，低段栽培や小果系トマトの方が植物残渣の処分にかかる経費や労力（中野，2008）が大きくなるため，削減するための更なる工夫が求められる．

多段栽培では下葉や不良果などが持続的に発生するのに対し，低段栽培では株の更新時のみ大量の茎葉残渣が発生した．また，中果系や大果系に比べて小果系のトマトは茎葉の割合が高かった．したがって，施設生産で生じるトマト残渣成分の有効利用として堆肥化を考える場合，栽培方式や品種タイプ間に残渣の含水率や成分が異なることを参考にして処理することによって，回収される残渣成分の更なる安定化が可能になると考えられる．

残渣処理に伴ってCO_2や熱以外にアンモニアが発生するが，施設栽培ではアンモニアが作物の生理障害をもたらす場合がある（古在，1992）．実際，本実験でもトマト残渣から発生したガスによって生理障害が確認され，ガス内のアンモニアを除去する必要性が示唆された．本実験では，残渣の温度が上昇して約24時間後からアンモニアが発生し，約15日間続いた．アンモニア濃度は残渣温度の推移と類似しており，温度変化をモニタリングすることで，ガス発生傾向が予測できることが示唆された．20日間で25L(11.6kg)の残渣から放出されたアンモニアの量は，図－6に示したアンモニア濃度の推移値と断熱性容器での通気量から計算して，29.2gとなり，24.1gの窒素成分が大気中に放出されたことになる．これは処理前の残渣の窒素濃度（2.6%）と乾物率（11.8%）から算出した35.5gの67.9%に達する量であった．今回の断熱性容器を用いた実験では，残渣を攪拌せず行った実験結果であり，攪拌する場合，アンモニア発生や温度上昇がさらに早まると考えられる．近年，吸引通気方式により堆肥化過程で揮散するアンモニアを回収する技術も開発されており（阿部ら，2003；阿部ら，2008），トラップ方法が確立されれば，トマト残渣処理において放出される窒素成分を効率よく回収できると考えられる．また，今回の実験では温度上昇後10日間でアンモニア発生量の90%が放出されたことから，残渣処理初期のアンモニアトラップによって短期間で大量の窒素成分が回収できる可能性が示された．

中野ら（2010）は，トマト残渣の堆肥化前後のC含量の変化をもとに，トマト40kg/㎡を生産した場合，5.5kg/㎡のCO_2が系外へ放出されると概算しており，生産向上に活用できる量であるとしている．本実験でも残渣から発生したガスから持続的に高い水準のCO_2濃度が検出されており，アンモニアを取り除く技術が確立されれば，トマト残渣から発生するガスは，施設内へ直接に還元できるCO_2施用源であると判断できる．

残渣を自然状態で乾燥処理を行った結果，7日間乾燥処理した区では，他の区に比べて測定期間中の温度上昇は大きくなかった．これは，乾燥処理中に既に温度が上昇したことが予想される．また，2日乾燥処理した区で

開始直後に温度上昇があったことから，自然乾燥中に堆肥化可能な条件となり，発熱行程が進行していることが考えられる．すなわち，残渣の体積や含水率を減らすためにチップ状にし乾燥処理を行うなら，乾燥処理時の熱や窒素も回収すべきであることが示唆された．

オガクズとの混合比率を変えた実験では，オガクズの比率が高くなると，残渣の温度上昇は遅くなる傾向があった．副資材は使用する資材によって残渣の物理性や成分が異なることや，持続的な供給が困難であること，混合時の温度変化やアンモニア発生傾向が変化することから，トマト残渣のみの処理が望まれる．しかし，多くの堆肥化行程では，気相率維持，含水率・C/N 比の調節などのため，副資材を用いる（宮竹ら，2010；佐藤ら，2007；小島ら，2011）ことから，トマト残渣と副資材との混合に関しては詳細な検討が必要である．

断熱性容器を用いた実験では，一般的に良好な堆肥化の目安といわれる 60℃以上の温度には至らなかったが，これは，実験に用いた容器の断熱性や通気量，残渣量などが高温に達する条件が適していなかったためと考えられ，今後，熱や CO_2，窒素を回収を目的とした残渣量および通気量の調整，保温性向上に関する検討が必要であると判断された．

V 摘　　要

施設栽培トマトにおける残渣発生量を把握するため，異なる栽培方式や品種タイプでの残渣発生量を測定した．長期多段栽培と低段密植栽培での 10 か月間の残渣発生量は，それぞれ 11.9，15.4 kg / ㎡であった．品種タイプ間の残渣発生量は，小果，中果，大果ともに 12~13 kg / ㎡で同程度であった．栽培方式や品種タイプによって，茎葉残渣と果実残渣の割合は異なった．

残渣成分の利用可能性を検討するため，残渣からの CO_2 およびアンモニア発生傾向や温度変化を調査した．

トマト残渣からは高い水準の CO_2 発生が確認できた．トマト残渣の温度上昇とアンモニアの発生傾向は類似しており，残渣処理初期でのアンモニア発生が多かった．残渣の温度変化は，乾燥処理やオガクズとの混合比率によって変動した．

引用文献

1）阿部佳之・福重直輝・伊藤信雄・加茂幹男 (2003)：吸引通気式堆肥化処理技術の開発 (第 1 報) －吸引通気式堆肥化の特徴．農業施設，33(4)，39-45.
2) 阿部佳之・伊吹俊彦・宮竹史仁・本田善文 (2008)：吸引通気式堆肥化処理技術の開発（第 3 報）－吸引通気式堆肥化処理技術の実証．農業施設，38(4)，249-262.
3) 久富時男 (1978)：トマトの低段密植栽培．農業および園芸，53：1260-1264.
4) 小島陽一郎・阿部佳之 (2011)：吸引通気式堆肥化処理による発酵熱の回収と利用：異なる副資材の混合が熱の回収量および利用量に与える影響．農業施設，42(2)，51-58.
5) 古在豊樹 (1992)：新施設園芸学．施設園芸作物の栽培管理，pp109-110．朝倉書店，東京.
6) 宮竹史仁・阿部佳之・本田善文・岩渕和則・谷昌幸・加藤 拓 (2010)：異なる副資材の混合が乳牛ふん堆肥化の温度 , 酸素消費速度 , アンモニアガス濃度および堆肥成分に及ぼす影響．農業施設，41(3)，111-117.
7) 中野明正 (2008)：大規模トマト栽培における培地と栽培残渣等利用．農業および園芸，83，518-526.
8) 中野明正・安場健一郎・佐々木英和・淨閑正史・鈴木克己・高市益行 (2010)：大規模トマト施設生産から排出されるトマト残渣量の推定とその堆肥化物の諸性質．野菜茶研研報，9，197-204.
9) 農林水産技術会議事務局 (2004)：家畜ふん堆肥の品質評価・利用マニュアル，17-21,65-69.
10）糠谷明 (1997)：オランダタイプの栽培システム．農業技術体系野菜編 2 追録 22．pp 615-623.（社）農山漁村文化協会．東京
11) 佐藤信仁・宮下徹・畑中康孝 (2007)：人工ゼオライトを利用したトマト収穫後残渣の堆肥化と利用技術．福井県農業試験場研究報告，44，21-30.
12) SHP 関東地域農業研究・普及協議会 (2010)：低段・多段組合せ栽培によるトマトの周年多収生産技術マニュアル．http://www.jgha.com/tomato-teidantadan.pdf
13) 鈴木克己 (2008)：トマトの仕立て方の基本．農耕と園芸，63(10)，16–18.
14) 竹本稔・深山陽子・室井義広・藤原俊六郎 (2010)：トマト養液栽培から排出されるトマト茎葉残さの同一経営体内での利用法の検討．農作業研究，45(3), 165-174.
15) 田中和夫 (2005)：トマトを中心とした施設園芸技術開発の方向．施設と園芸，128，6-10.
16) 土屋和 (2007)：低段密植栽培システムの開発．農業機械学会誌，69：13–17.
17) 渡辺慎一 (2006)：低段密植栽培による新たなトマト生産．野菜茶研集報，3：91–98.
18) 安場健一郎・鈴木克己・佐々木英和・東出忠桐・高市益行 (2011)：トマト長期多段栽培における多収のための統合環境制御下での温室環境と収量の推移．野菜茶研研報．10，85-93.

The Amount of Residues Emitted from Different Types of Greenhouse Tomato Production and the Review for Processing Condition

Dong-Hyuk Ahn, Hiroyuki Mukai, Yasunaga Iwasaki, and Akimasa Nakano

Summary

We quantified the residues resulting from greenhouse tomato cultivation. The amount of residue from 10 months' high-wire cultivation was 11.9 kg/m^2, and that from 10 months' low-node-order pinching cultivation was 15.4 kg/m^2. The amounts of residues produced from cultivation of several tomato phenotype(cherry, with medium-sized fruits, and with large fruits) were similar, at about 12 to 13 kg/m^2. However, the amounts of residue produced from various organs (leaf, stem, and fruit) differed among cultivation systems and phenotypes.

We also examined the variations in temperature and in CO_2 and NH_3 production during composting of the tomato residues. CO_2 was produced at high levels during composting. The pattern of production of ammonia was similar that of the temperature variation of the composting residues, and ammonia generation was abundant in the early stages of composting. The temperature of the composting residues changed with the season and with the rate of mixing with sawdust.

Accepted; October 11, 2012
Vegetable Production Technology Division
40-1 Minami Nakane, Taketoyo, Chita, Aichi 470-2352 Japan