

愛媛大学農学部
農場報告

第 38 号

BULLETIN OF THE EXPERIMENTAL FARM
FACULTY OF AGRICULTURE, EHIME UNIVERSITY

No.38

愛媛大学農学部附属農場

平成 28 年 9 月

UNIVERSITY FARM
FACULTY OF AGRICULTURE, EHIME UNIVERSITY
MATSUYAMA, JAPAN
September, 2016

愛媛大学農学部農場報告編集委員会内規

第1条 愛媛大学農学部農場報告編集委員会（以下「委員会」という）は、愛媛大学農学部農場報告の編集を行うことを目的とする。

第2条 委員会は、次の各号に掲げる事項を審議する。

- (1) 編集に関する事項
- (2) 論文の受理、掲載に関する事項
- (3) 所要経費に関する事項
- (4) その他、委員会において必要と認める事項

第3条 委員会は、次の構成員で組織する。

- (1) 農場長
- (2) 農場兼任教員2名
- (3) 農場長の委嘱する若干名

第4条 委員長は農場長とする。

附 則

この内規は、昭和56年4月28日から施行する。

附 則

この内規は、平成28年4月1日から施行する。

愛媛大学農学部農場報告投稿内規

1. 投稿内容は、未発表の農業に関する論文と研究ノート、報文、論説、資料及び農場記事などとする。

2. 原稿の掲載は編集委員会で決定する。編集委員会は原稿について加除訂正を求めることができる。

附 則

この内規は、昭和56年4月28日から施行する。

附 則

この内規は、平成13年4月1日から施行する。

附 則

この内規は、平成26年4月1日から施行する。

附 則

この内規は、平成28年4月1日から施行する。

愛媛大学農学部農場報告

第 38 号

目 次

論 文

八木尙憲・当真 要・森田展樹・石掛桂士・阿立真崇・山下陽一・上野秀人・長崎信行
生竹・竹堆肥マルチが温室トマトの生育と収量に与える影響 …………… 1

八木尙憲・当真 要・森田展樹・石掛桂士・阿立真崇・山下陽一・上野秀人・長崎信行
竹粉および竹粉堆肥被覆による雑草抑制効果 …………… 9

業務報告

果 樹 班 …………… 16

作物・蔬菜・畜産班 …………… 18

その他資料 …………… 24

Bulletin of the Experimental Farm
Faculty of Agriculture, Ehime University

No.38

Content

Original Papers

- Takenori Yagi, Yo Toma, Nobuki Morita, Keiji Ishikake, Masataka Adachi, Yoichi Yamashita, Hideto Ueno and Nobuyuki Nagasaki : Effect of mulching by bamboo powder or compost on growth and yield of tomato. 1
- Takenori Yagi, Yo Toma, Nobuki Morita, Keiji Ishikake, Masataka Adachi, Yoichi Yamashita, Hideto Ueno and Nobuyuki Nagasaki : Suppression effects of mulching by crushed bamboo or its compost on weed growth 9

Annual work reports

- Tree Fruits Section 16
- Field Crops, Vegetables and Animal Husbandry Section 18
- Miscellaneous 24

愛媛大学農学部農場報告

(Bull. Exp. Farm Fac. Agr., Ehime Univ.) 38: 1–8 (2016)

論文

生竹・竹堆肥マルチが温室トマトの生育と収量に与える影響

八木 起憲¹⁾・当真 要^{*2)}・森田展樹²⁾・石掛桂士¹⁾・阿立真崇¹⁾
山下陽一¹⁾・上野秀人²⁾・長崎信行³⁾

Effect of mulching by bamboo powder or compost on growth and yield of tomato.

Takenori Yagi¹⁾, Yo Toma^{*2)}, Nobuki Morita²⁾, Keiji Ishikake¹⁾, Masataka Adachi¹⁾
Yoichi Yamashita¹⁾, Hideto Ueno²⁾, Nobuyuki Nagasaki³⁾

Summary

We investigated the effect of mulching with bamboo powder or composted bamboo powder on the growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum*). Three treatments were set up: control (C), bamboo powder mulching (B) and composted bamboo powder mulching (BC) at three replications. Six days after the transplanting on April 13, 2015, soil surface in B and BC was covered by the materials. Plant growth, fruit yield, plant biomass, N, K, and Ca uptake were measured. Amounts of leached N, K, and Ca were measured and those nutrient use efficiencies were calculated in B and BC. Soil chemical characteristics, soil temperature, and soil volumetric water content were also measured. Plant height in BC from 19 to 49 days after transplanting was higher compared to that in C. Fruit yield in BC was significantly higher than C. Amounts of leached N and K from applied materials were 7-17% and 12-23% of fertilized N and K, respectively. This suggested that leached nutrient might enhance plant growth and yield. Because average weight of fruit and the ratio of blossom end rot were higher and lower in B and BC than those in C, respectively, the leached nutrient might stimulate an enlargement of fruit. While soil water content was lower in B and BC due to the mulching, supplying K and Ca from the materials might worked for suppressing blossom end rot of fruit. Thus, application of bamboo powder and composted bamboo powder as a material for soil mulching can increase tomato growth and yield and decrease blossom end rot of fruit.

*責任著者 (Corresponding author, toma@agr.ehime-u.ac.jp)

1) 愛媛大学農学部 (Faculty of Agriculture, Ehime University)

2) 愛媛大学大学院農学研究科 (Graduate School of Agriculture, Ehime University)

3) 長崎工業株式会社 (Nagasaki Industry Co. Ltd.)

緒 言

近年、日本各地の農村地域において放置竹林が増加しており、愛媛県でも主にモウソウチク (*Phyllostachys edulis*) が優先する放置竹林が拡大している (愛媛県, 2013)。従って、これら竹の有効活用が試みられており、農業分野では竹を粉碎し堆肥化させた資材を使用した竹肥料栽培が注目を集めている。これらの竹資材を畑に供給することで、竹に含まれる無機養分が畑に供給され作物の収量増加や土壌の物理性・生物性・化学性の改善が期待される。一方で、竹は C/N が高く (100~200)、土壌への混和は窒素飢餓が生じる可能性がある。したがって本研究では、窒素飢餓を回避するために竹資材を土壌被覆のためのマルチ資材として利用することに着目し、トマトを栽培するハウス土壌にて竹資材による土壌の被覆がトマトの生育や収量・品質に与える影響について検証した。

材料および方法

全処理区 2015 年 2 月 12 日にバスアミドガス微粒剤を散布し、14 日後にガス抜き後に肥料を全面全層施用した。追肥は施用せず、窒素 (N)、リン酸 (P_2O_5) カリウム (K_2O) の施用量はそれぞれ 8.90、12.0、28.0 g m⁻²であった。施用した化成肥料 (腐植酸・有機苦土入り高度 042, サンアグロ株式会社) は 88.7 g m⁻²、炭酸カルシウム肥料 (くみあい粒状苦土炭酸石灰, 大日本ドロマイト鉱業株式会社) は 177 g m⁻²、ケイ酸カリ肥料 (くみあいほう素入りけい酸カリ肥料 20-34, 開発肥料株式会社) は 88.7 g m⁻²であった。灌水は 5 月 2 日から週 7 日実施し、5 月 18 日以降は週 2 日で行った。1 日の灌水量は 9.15 L m⁻²であった。

調査地

試験は愛媛大学農学部附属農場のガラスハウスにて、2015 年 4 月 13 日から 9 月 6 日の計 146 日間

で実施した。資材施用前のハウス内土壌の化学性を第 1 表に示した。土壌は砂が 82.24 %、シルトが 8.00 %、粘土が 9.76 %の砂壤土であった。仮比重は 0.86 g cm⁻³、飽和透水係数は 9.2×10^{-5} m s⁻¹であった。供試した生竹 (生竹粉)、竹堆肥の成分を第 2 表に示す。体積当たりの重さ (比重) は、記載されている値および施肥時に測定した。

試験区および栽培管理

4 月 19 日に、資材を被覆しない裸地状態の対照区 (C)、生竹粉を新鮮重で 3.3 kg m⁻² 被覆した生竹被覆区 (B)、竹粉を堆肥化した竹堆肥を同量被覆した竹堆肥被覆区 (BC) の 3 処理区をそれぞれ 3 反復の計 9 区画を設けた。用いた生竹粉および竹堆肥の化学性を第 2 表に示した。各処理区の面積は 1.5 m² (1.0 m × 1.5 m) とした。

第 1 表 資材施用前のハウス内土壌の化学性
(平均±標準誤差、n = 9)

項目	単位	値
pH (H ₂ O)		7.03 ± 0.04
EC	(mS cm ⁻¹)	0.82 ± 0.03
含水率	(%)	19.0 ± 0.23
NO ₃ ⁻ 含量	(mg N kg ⁻¹)	62.6 ± 5.00
NH ₄ ⁺ 含量	(mg N kg ⁻¹)	124 ± 12.4
可給態 P ₂ O ₅ 含量	(g P ₂ O ₅ kg ⁻¹)	4.93 ± 0.19
CEC [§]	(cmol _c kg ⁻¹)	21.7 ± 1.18
交換性 K ⁺ 含量	(g K kg ⁻¹)	1.40 ± 0.08
交換性 Ca ²⁺ 含量	(g Ca kg ⁻¹)	5.31 ± 0.12
交換性 Mg ²⁺ 含量	(g Mg kg ⁻¹)	0.98 ± 0.02
交換性 Na ⁺ 含量	(g Na kg ⁻¹)	0.32 ± 0.01
塩基飽和度	(%)	185 ± 7.20
全炭素含量	(%)	5.96 ± 0.97
全窒素含量	(%)	0.53 ± 0.21
C/N		11.4 ± 2.86

[§] Cation exchange capacity

被覆の厚さはB区で3 cm、BC区で2 cmであった。供試作物はトマト (*Solanum lycopersicum*) とし、品種は桃太郎ファイト (タキイ種苗) を用いた。1区画3個体、合計27個体を2条千鳥植えて供試した。地温 (5 cm) および土壌体積含水率 (0-10 cm) については、それぞれ温度とり Jr. (TR-52S, T&D) を1区画に1個ずつ (計9箇所)、およびデータロガー (Em50, DECAGON) と水分センサー (ECH2O 5TE, DECAGON) を用いた。水分センサーは深さ5 cmの位置に土壌表面と水平になるように、C区の1区画、BおよびBC区にはそれぞれ2区画に設置した。

被覆資材からの浸透水

処理区設置時に、プラスチック製トレイ (縦30.5 cm、横21.5 cm) に生竹粉および竹堆肥をそれぞれ3.3 kg m⁻² 充填し、B区とBC区の各区画に1つつ計

6個設置した。トレイは、灌水時に資材から浸透した溶液がトレイ下に設けたポリビン (1 L) に集められる構造になっている。5月2日から9月6日まで1週間に1度溶液を採取し、液量を測定し0.45 μmのシリンジフィルター (CA033045SOSFCA, ASONE) を用いてろ過後、硝酸メーター (twin B-741, HORIBA) でNO₃⁻含量を、原子吸光光度法により全K含量と全Ca含量を測定した。

生育および収量

草丈と葉色値を2週間に1回の頻度で測定した。葉色値は各個体の第一花房直下、第二花房直下、第三花房直下の葉を測定対象とし、葉身を葉柄に近い位置、中間、先端の3箇所に分け、葉緑素計 (SPAD-502, KONICAMINOLTA) で3箇所の測定値の平均を記録した。収穫は6月22日から8月10日まで8回おこなった。すべての期間の果実は傷・尻腐れのない正品果とそれ以外の非正品果に分け、それぞれの新鮮重と果実数を記録した。6月22日から7月27日までの6回において、第一果房から第三果房に位置する正品果は糖度 (Brix) と酸度を、糖酸計 (ポケット糖酸度計, ATAGO) で測定した。

植物体が吸収した養分量および被覆資材由来養分利用率

試験終了時に、各処理区9株の計27株の茎葉および根を採取した。果実の試料は収穫調査時に採取したものを用いた。根は株を中心に0.06 m² (30 cm×20 cm) の範囲の15 cm深までにあるものを採取した。採取後は通風乾燥機により75°Cで48時間以上乾燥させた後の乾物重を求め、炭素窒素自動分析計 (Sumigraph NC-80 auto, Sumika) にて微粉碎試料の全N含量、硝酸と過塩素酸を用いた湿式分

第2表 生竹粉および竹堆肥の理化学性
(平均±標準誤差、n = 3)

項目	単位	値	
		生竹粉	竹堆肥
比重	(g cm ⁻³)	0.15	0.20
含水率	(%)	47.5 ± 0.36	66.5 ± 0.12
pH		6.9 ± 0.0	5.7 ± 0.1
EC	(mS cm ⁻¹)	1.28 ± 0.01	0.20 ± 0.00
NO ₃ ⁻ 含量	(mg N kg ⁻¹)	2.48 ± 0.12	4.67 ± 0.08
NH ₄ ⁺ 含量	(mg N kg ⁻¹)	5.17 ± 1.54	4.83 ± 0.12
全リン酸含量	(g P ₂ O ₅ kg ⁻¹)	0.66 ± 0.02	0.66 ± 0.08
全K含量	(g K kg ⁻¹)	4.42 ± 0.33	1.54 ± 0.02
全Ca含量	(g Ca kg ⁻¹)	0.02 ± 0.02	0.25 ± 0.04
全Mg含量	(g Mg kg ⁻¹)	0.23 ± 0.04	0.39 ± 0.03
全Na含量	(g Na kg ⁻¹)	0.05 ± 0.07	0.06 ± 0.03
全C含量	(g C kg ⁻¹)	463 ± 4.14	456 ± 2.78
全N含量	(g N kg ⁻¹)	3.86 ± 0.21	6.26 ± 0.16
C/N		122 ± 6.19	72.9 ± 1.51

含水率、pH、EC、NO₃⁻-N含量、NH₄⁺-N含量は森田 (2016) より引用。

解試料の全 K および Ca 含量を原子吸光光度法で測定した。被覆資材に由来する養分の植物による利用率（被覆資材由来養分利用率）は次の式から求めた。

$$\text{被覆資材由来養分利用率 (\%)} = \frac{(\text{B、BC 区の養分量吸収量} - \text{C 区の養分吸収量})}{(\text{B、BC 区の施用資材からの養分溶出量})} \times 100$$

土壌下方流亡量については今回の灌水状況から下方に流亡していないと仮定し、0 と近似した。

土壌採取および分析項目

1 ヶ月に 1 回、深さ 10 cm までの土壌を 1 区画 3 地点から採取し、それらを混合して 1 区画 1 試料とした。土壌 pH は土壌 5 g に対し脱塩水を 12.5 g 加え 1 時間振とうした後、pH メータ (B-212, HORIBA) で測定した。土壌 pH の測定後に脱塩水を 12.5 g 加え、手で振とうした後 EC メータ (B-173, HORIBA) で土壌 EC を測定した。土壌 NH_4^+ および NO_3^- 含量は、土壌 10 g に対し 2M の KCl を 100 mL 加え 1 時間振とうした懸濁液を No.2 のろ紙でろ過した後、インドフェノール青および塩化バナジウム (III) を用いた比色法にて測定した。土壌可給態リン酸含量は採取した土壌の風乾細土試料を用い、Truog 法を用いて酸可溶性のリン酸を抽出し（土壌：抽出液=1：200）、モリブデン青比色法にて測定した。土壌交換性 $\text{K}^+ \cdot \text{Ca}^{2+}$ は風乾細土試料を用い、バッチ法を用いて土壌中に含まれる陽イオンを NH_4^+ で置換し（土壌：抽出液=1：200）、原子吸光光度法にて測定した。上記土壌分析は一般的な手法を用いた（土壌環境分析法, 2000）。

統計解析手法

全ての統計処理にはフリーソフト 'R' (var. 3.1.0) を用いた。処理区間の差の検定には Welch の一元配置分散分析を用い、処理区間に差があった場合は多重比較検定 (Tukey) を用いた。生竹粉および竹堆肥から溶出した N、K、および Ca 量の差は *t* 検定にて評価した。

結 果

生育の推移および収量

草丈は定植後 19 日目まで各処理区とも 37~41 cm にまで上昇したが、その後は C 区よりも B 区で 5~10 cm、BC 区で 7~11 cm 高く推移した。19 日目に BC 区、42 日目に B・BC 区、48 日目に BC 区がそれぞれ C 区よりも有意に高かった ($P < 0.05$)。葉色値はいずれの花房直下の葉でも処理区間において有意差はなかった。第一花房直下は 19~48、第二花房直下は 47~55、第三花房直下は 50~57 で各処理区同様な推移を示した。

収量および糖度、酸度、糖酸比を第 3 表および第 4 表に示した。収量は総量で BC 区が C 区よりも有意に高かった。個数は全ての項目で有意差はなかった。1 果あたりの重さは、正品果、非正品果および総量それぞれにおいて BC 区が C 区よりも有意に重かった。非正品果率は C 区が最も高く BC 区が最も低くなる傾向がみられた。糖度、酸度、糖酸比はそれぞれ各処理区間に有意差はなかった。

第3表 収量、個数、1果あたりの重さおよび非正品果率（平均値、 $n = 3$ ）

処理区	正品果			非正品果			総量		
	収量	個数	1果あたりの重さ	収量	個数	1果あたりの重さ	収量	個数	1果あたりの重さ
	(kg 株 ⁻¹)	(個 株 ⁻¹)	(g 個 ⁻¹)	(kg 株 ⁻¹)	(個 株 ⁻¹)	(g 個 ⁻¹)	(kg 株 ⁻¹)	(個 株 ⁻¹)	(kg 株 ⁻¹)
C	0.36 a	5.0 a	70.0 b	0.97 a	14.0 a	69.9 b	1.33 b	19.0 a	70.1 b
B	0.56 a	5.8 a	97.1 ab	1.30 a	16.6 a	78.5 ab	1.86 a	22.3 a	83.2 ab
BC	0.62 a	5.9 a	108 a	1.30 a	13.8 a	94.6 a	1.92 a	19.7 a	97.8 a

異符号間に有意差有り ($P < 0.05$)。

第4表 糖度、酸度および糖酸比（平均値、 $n = 3$ ）

処理区	第1果房		第2果房		第3果房		平均					
	糖度	酸度	糖度	酸度	糖度	酸度	糖度	酸度				
	糖酸比 (%)		糖酸比 (%)		糖酸比 (%)		糖酸比 (%)					
C	8.9 a	1.31 a	6.75 a	8.9 a	1.22 a	7.27 a	9.4 a	1.27 a	7.42 a	9.1 a	1.30 a	7.03 a
B	9.1 a	1.23 a	7.44 a	8.7 a	1.18 a	7.35 a	9.2 a	1.18 a	7.84 a	9.0 a	1.19 a	7.54 a
BC	8.7 a	1.29 a	6.76 a	8.8 a	1.26 a	6.98 a	8.3 a	1.12 a	7.45 a	8.6 a	1.22 a	7.04 a

異符号間に有意差有り ($P < 0.05$)。

地温、土壤体積水分率、土壤 NH₄⁺・NO₃⁻含量

栽培期間中の地温、土壤体積水分率、土壤 NH₄⁺および NO₃⁻含量の推移を第 1 図に示した。地温は各処理区間に有意差はなく、栽培期間全体を通じて 15～30℃で推移した。土壤体積水分率は栽培期間全体の平均が C 区で 23.4%、B 区で 10.9%、BC 区で 18.6%と、B 区で最も低く推移していた。土壤 NH₄⁺および NO₃⁻含量は、調査期間中各処理区間の有意差はなく、0～160 mg N kg⁻¹で推移していた。

被覆資材から溶出した水量および養分量

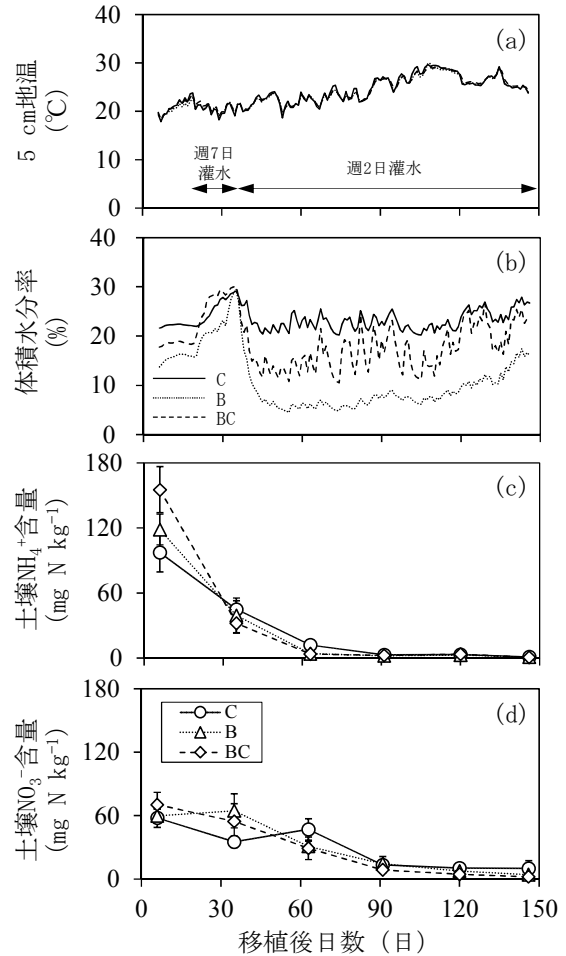
灌水量が 448 L m⁻²であったのに対し、被覆資材からの溶出水量は、B 区が 64.5 L m⁻² (14%)、BC 区が 156 L m⁻² (35%) であった。被覆資材から溶出した養分量を第 5 表に示した。N 溶出量は B 区で 0.63 g m⁻² (施肥 N 量の 7.08%)、BC 区で 1.55 g m⁻² (同 17.4%) であった。K 溶出量は B 区で 5.29 g m⁻² (施肥 K 量の 22.8%)、BC 区は 2.85 g m⁻² (同 12.3%) であった。Ca 溶出量は B 区で 0.60 g m⁻²、BC 区で 1.65 g m⁻² であった。また、全項目に処理区間で有意差があった。

乾物重、養分吸収量、被覆資材由来養分利用率

植物体の乾物重と吸収した各養分量と被覆資材由来養分利用率の結果を第 6 表に示した。乾物重と各養分吸収量に処理区間の差はなかったが、C 区よりも B 区や BC 区が高い傾向があった。地下部の乾物重は C 区、B 区、BC 区それぞれ 8.60 g 株⁻¹、8.57 g 株⁻¹、および 8.60 g 株⁻¹で処理区間に差はなかった。被覆資材由来養分利用率は、N と Ca は B 区より BC 区が高く、K は B 区より BC 区が低い傾向があった。N と K は両処理区ともに 100%を超えていたが、Ca は B 区のみ 100%を超えていた。

土壤 pH、EC、可給態リン酸含量、交換性 K⁺・Ca²⁺含量

土壤 pH と EC は処理区間に有意差はなく、栽培期間を通して 7.3～6.4 および 0.20～0.92 mS cm⁻¹で推移していた。土壤可給態リン酸含量、交換性 K⁺および Ca²⁺含量はいずれも処理区間に有意差はなく、栽培期間を通してそれぞれ 4.7～6.0 g P₂O₅ kg⁻¹、0.57～1.87 g K kg⁻¹、4.69～11.92 g Ca kg⁻¹で推移していた。



第 1 図 地温 (a)、土壤体積水分率 (b)、土壤 NH₄⁺含量 (c)、土壤 NO₃⁻含量 (d) の推移。

第 5 表 被覆資材からの養分溶出量 (g m⁻²、平均±標準誤差、n = 3)

処理区	N	K	Ca
B	0.63 b	5.29 a	0.60 b
BC	1.55 a	2.85 b	1.65 a

異符号間に有意差有り (P < 0.05)。

第6表 乾物重、養分吸収量および被覆資材由来養分利用率（平均値、 $n = 3$ ）

処理区	乾物重 (g 株 ⁻¹)	N		K		Ca	
		吸収量 (g 株 ⁻¹)	利用率 (%)	吸収量 (g 株 ⁻¹)	利用率 (%)	吸収量 (g 株 ⁻¹)	利用率 (%)
C	352 a	8.01 a	ND	7.12 a	ND	3.29 a	ND
B	408 a	9.52 a	795	9.28 a	136	3.64 a	197
BC	407 a	9.34 a	285	9.26 a	250	3.65 a	73.7

ND : No data

考 察

本研究では竹堆肥から溶出し土壌に浸透したNやK量は施肥N、Kのそれぞれ約2割に相当し、このことが竹堆肥の被覆により草丈や乾物重、果実の総収量が増加した原因の一つと考えられた。一般的に、土壌中の無機養分は土壌水中でイオン等の形態にある状態でマスフローや濃度勾配により根の近傍へ移動・吸収される（関本, 2013）。そのために、液肥は固形肥料よりも肥効率が高く肥効が早く現れやすいと考えられる。被覆資材から溶出した養分は水溶液として土壌に浸透するため、液肥と同様な効果があり、植物により速やかに吸収されたと考えられた。本研究では土壌NO₃含量や交換性K⁺含量に処理区間で明確な差がなかったことは、土壌へ浸透したNO₃やK⁺が蓄積せずに速やかに吸収されたことを示唆している。本研究で用いた竹堆肥はN含量が0.6%と低いことに加えC/Nが70を越えていた。一般に、C/Nが高い（20以上）有機物では土壌物理性の改善効果が期待されるが、土壌へ混和すると窒素飢餓が生じる危険性がある（土壌肥料用語辞典, 2010）。しかしながら、本研究のように被覆資材として用いる事で、資材に含まれる養分を植物に吸収されやすい形で供給することができると考えられる。また、被覆資材由来養分利用率は竹粉も竹堆肥も100%を越えている。これは資材被覆による影響、例えば養分の供給や水分の制限により、根の伸長が促され土壌中からの養分吸収が促進された可能性が考えられる。山川ら（2009）は、生竹粉の表面被覆によりKの利用率が向上したと報告している。しかしながら根系との関係性について、本研究では表層15 cmまでの限られた深さの地下部のみを調べたため、上記の可能性を評価するためにはさらに深い層の根を採取し評価する必要がある。

本研究では果実の個数は被覆資材の影響がなく、収量と1果あたりの重量は特に竹堆肥を被覆することで増加していた。このことは、被覆資材から溶出し土壌へ供給された養分等が果実の肥大に影響した可能性を示している。さらに、生竹粉や竹堆肥で被覆すると尻腐れ果の発生率が低下していたことから、資材から溶出したCaが尻腐れ果の発生抑制に寄与したと考えられた。KやCaの供給により果実肥大が促進され、また果実肥大期にCaや水の供給が不足している状況で高温にさらされると尻腐れ果の発生が増加することが知られている（蔬菜園芸の事典, 2010; 野菜園芸学の基礎, 2014）。本研究では、生竹粉や竹堆肥が灌漑水を吸収して土壌への灌漑水の浸透水量が少なくなっており、B区やBC区で尻腐れ果の発生が懸念される状況であったと考えられるが、被覆資材から供給されるCaが尻腐れ果率低下に寄与した可能性が考えられた。

結 論

本研究により、生竹粉および竹堆肥を土壤被覆資材として用いることで、資材から溶出し土壤へ浸透した資材由来の養分、特に N や K が植物の生長と果実肥大を促進する影響を与えることが明らかになった。被覆により土壤へ浸透する水量が低下したが、資材からの養分供給が尻腐れ果の発生を抑制する可能性が示された。

適 要

生竹粉と竹堆肥の土壤被覆がトマト (*Solanum lycopersicum*) の生育と収量に与える影響について、2015年4月から9月にかけて愛媛大学農学部附属農場のガラス温室内にて実施した。資材を被覆しない裸地状態の対照区 (C)、生竹粉および生竹粉を堆肥化した竹堆肥をそれぞれ新鮮重で 3.3 kg m^{-2} 被覆した生竹粉被覆区 (B)、竹堆肥被覆区 (BC) の3処理区を3反復で設けた。全処理区 N、 P_2O_5 、および K_2O それぞれ 8.90、12.0、および 28.0 g m^{-2} を全量基肥で施用した。植物の生育、収量、養分吸収量を測定し、被覆資材由来養分利用率を算出した。また表層 10 cm の土壤化学性および地温 (5 cm)、体積水分率 (0-10 cm) を測定した。草丈は定植後日数 19 日目から 49 日目に BC 区が C 区より有意に高く、収量も BC 区で C 区よりも高かった。被覆資材からの N および K 溶出量はそれぞれ施肥量の 7~17% および 12~23% に相当し、資材から溶出した養分が生育を促進したと考えられた。B 区や BC 区で果実 1 個当たりの重量が増加した尻腐れ果率も低下したことから、資材から溶出した養分 (K や Ca 等) が果実の肥大に影響した可能性がある。資材が灌漑水を吸収し土壤水分が低下したが、被覆資材から溶出した養分の供給が低水分に起因する尻腐れ果発生危険性を和らげたと考えられた。以上の事から、生竹粉や竹堆肥で土壤表面を被覆することでトマトの生育・収量の増加と尻腐れ果率の低下効果が期待できると考えられた。

引 用 文 献

- 1) 愛媛県 (2013) 竹資源循環利用促進プログラム,
<http://www.pref.ehime.jp/h35700/1461/bamboo/index.html>.
- 2) 土壤環境分析法編集委員会 編 (2000) 土壤環境分析法, 第V章 土壤化学, p195-385 博友社, 東京.
- 3) 関本均 (2013) 植物栄養と肥料, 新植物栄養・肥料学, p1-33, 朝倉書店, 東京.
- 4) 藤原俊六郎, 小川吉雄, 加藤哲郎 編 (2010) 新版 土壤肥料用語辞典 第2版, p93, 農山漁村文化協会, 東京.
- 5) 山川武夫, 山野麻有子, 池田元輝 (2009) 繊維状竹破砕物と窒素肥料の施用位置がダイズ品種フクユタカの収量と三要素集積に及ぼす影響, 日本土壤肥料学雑誌, 80, 379-386.
- 6) 斎藤隆 著 (2010) 蔬菜園芸の事典, p76, 朝倉書店, 東京.
- 7) 篠原温 編著 (2014) 野菜園芸学の基礎, p80, 農山漁村文化協会, 東京.

愛媛大学農学部農場報告

(Bull. Exp. Farm Fac., Ehime Univ.) 38: 9–15 (2016)

論文

竹粉および竹粉堆肥被覆による雑草抑制効果

八木 起憲¹⁾・当真 要^{*2)}・森田展樹²⁾・石掛桂士¹⁾・阿立真崇¹⁾
山下陽一¹⁾・上野秀人²⁾・長崎信行³⁾

Suppression effects of mulching by crushed bamboo or its compost on weed growth.

Takenori Yagi¹⁾, Yo Toma^{*2)}, Nobuki Morita²⁾, Keiji Ishikake¹⁾, Masataka Adachi¹⁾
Yoichi Yamashita¹⁾, Hideto Ueno²⁾, Nobuyuki Nagasaki³⁾

Summary

We investigated the effect of different materials for mulching on coverage rates, numbers, aboveground biomass of weeds, and soil chemical properties in upland field in Ehime, Japan. As two different materials, bamboo powder and composted bamboo powder were used and five treatments (C: control, B: bamboo powder, B1/3: 1/3 amount of bamboo powder, BC: composted bamboo powder, BC1/3: 1/3 amount of composted bamboo powder) were set up on May 18, 2015. In B, B1/3, BC, and BC1/3 plots, soil surface were covered by each materials (B and BC: 3.3 kg m⁻², B1/3 and BC1/3: 1.1 kg m⁻²) and not covered in C (bare). Weed coverage rate was higher in C during the experiment and significantly lower in B at 42 days after covering. Plant number and amount of biomass were significantly lower in B than C. Amount of biomass of Gramineous weed, which was a dominated family, was lower in B (36.1% of C) and BC (35.9% of C) at 53 days after covering, while significant differences were not observed. Families of the weeds, *Cyperaceae*, *Asteraceae*, and *Euphorbiaceae* were significantly lower in B than C. There were no significant differences in soil pH, NH₄⁺, NO₃⁻, and available phosphate concentration among the treatments. This study represents that bamboo powder can be used for suppressing weed growth without changing soil chemical characteristics under the field conditions.

*責任著者 (Corresponding author, toma@agr.ehime-u.ac.jp)

1) 愛媛大学農学部 (Faculty of Agriculture, Ehime University)

2) 愛媛大学大学院農学研究科 (Graduate School of Agriculture, Ehime University)

3) 長崎工業株式会社 (Nagasaki Industry Co. Ltd.)

結 言

雑草防除 (weed control) は農地において作物収量を増加させるための重要な圃場管理の一つである。雑草の繁茂は作物との養分競合、光競合、他感作用 (アレロパシー) による生長抑制等により (伊藤, 1993; 鄭, 2006)、作物の生育や収量を低下させる要因の一つとなる。したがって、古今より作物栽培において雑草の繁茂を抑制するため、耕耘や刈り取り等の機械的防除、薬剤を用いる化学的防除、草食性の家畜や昆虫を利用した生物的防除、そして輪作や被覆資材、カバークロープ等を用いる耕種防除が行われてきた。耕種防除のうち被覆資材を用いる防除に関しては、主に土壌表面への光の差し込みの遮断や地温の上昇によって雑草の発芽や生育を抑制することを作用機作としている。この方法は広く普及しているが、市販のプラスチック製シート資材は自然環境下では分解が進みにくく、栽培後に回収する手間や処理費用がかかる。一方、圃場へすき込むことができる有機物 (稲ワラや麦稈等) を用いた場合は、有機資材の種類によって雑草抑制効果が異なり、入手の容易性や栽培作物、農地の条件によって用いる資材を適切に選択する必要がある。比較的よく用いられる稲ワラや麦稈は、最近、水田や畑地の地力維持のために堆肥の原料として用いられることが多くなってきており、被覆資材としての入手が難しいのが現状である。そこで、土壌被覆用の有機資材として地域の未利用資源の中から新たな資材を見出すことが必要と考えられる。

近年、特に農村では集落周辺の竹林の荒廃が進んでいることから (渡邊, 2004)、未利用資源となっている竹の有効利用が求められている。未利用資源を農地で雑草抑制に用いることができれば、竹林管理や未利用有機物の有効利用と農地の肥沃度維持に効果的であると考えられる。しかし、竹は他の有機資材よりも剛性が高いことが農地への利用を妨げる一つの要因になっている。通常の粉碎器では繊維を細かく裁断できず、土壌へのすき込み後に分解が進みにくいことから、後作時に窒素飢餓が長期にわたり生じることが懸念される。一方で近年、竹粉碎物を加圧・混練し膨潤処理することで、竹をより分解しやすい粉末に加工する技術が開発された。膨潤処理された竹資材 (竹粉) は細かい粉状となることから、土壌表面を密に覆うことができるとともに、栽培後にすき込まれた後も速やかに分解されると考えられる。したがって、本粉碎技術によって製造された竹粉で土壌を被覆することにより、密度の高い被覆層が形成されて雑草の発生を効率的に抑制するとともに、栽培終了時にすき込んだ後には、速やかに分解され土壌改良資材としての効果が期待できる可能性がある。そこで本研究では、竹粉 (生竹粉) とさらに生竹粉を堆肥化した竹堆肥を畑圃場に施用し、その雑草抑制効果、土壌化学性への影響について評価を行った。

材料および方法

調査地および調査期間

雑草抑制効果の検証は、愛媛大学農学部附属農場の園芸畑において 2015 年 5 月 18 日から 7 月 10 日までの 53 日間で行った。調査地土壌の物理性および化学性はそれぞれ第 1 表と第 2 表に示した。調査期間中の気象データは、愛媛大学農学部附属農場の気象観測システムによる観測データを用いた。

試験区および圃場管理

処理区は、資材を被覆しない裸地状態の対照区 (C)、生竹粉を土壌表面に被覆した生竹被覆区 (B, 3.3 kg m⁻²) および生竹被覆 1/3 区 (B1/3, 1.1 kg m⁻²)、竹粉を堆肥化した竹堆肥を被覆した竹堆肥被覆区 (BC, 3.3 kg m⁻²) および竹堆肥被覆 1/3 区 (BC1/3, 1.1 kg m⁻²) とし、各処理区 4 反復の計 20

第1表 調査地土壌の化学性 (森田, 2014)

深さ (cm)	仮比重		飽和	礫 (g kg ⁻¹)	粒径組成			土性	
	細土(<2mm) (g cm ⁻³)		透水係数 (10 ⁻⁵ m s ⁻¹)		砂	シルト	粘土		
0-24	1.43	1.08	2.49	244	76.3	10.1	13.6	砂壤土	SL
24-35	1.83	1.46	0.69	203	82.7	7.04	10.3	砂壤土	SL
35-40	1.97	1.45	0.27	261	78.6	7.70	13.7	砂壤土	SL
40-75	1.81	1.49	0.82	177	78.5	8.37	13.1	砂壤土	SL
75-93	1.86	1.60	0.01	139	68.7	6.78	24.6	砂質埴壤土	SCL
93-100	1.91	1.52	0.80	206	76.4	9.75	13.8	砂壤土	SL

第2表 調査地土壌の化学性 (森田, 2014)

深さ (cm)	全炭素	全窒素	C:N比	全リン酸	可給態リン酸	可給態リン酸	陽イオン	交換性陽イオン含量				塩基
	含量 (g kg ⁻¹)	含量 (g kg ⁻¹)		含量	含量 (Truog)	含量 (Bray II)	交換容量 (cmol _c kg ⁻¹)	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	飽和度 (%)
0-24	1.94	0.22	9.04	5715	942	2240	11.1	25.2	882	244	1851	68.8
24-35	0.32	0.16	2.09	1454	145	295	7.97	36.1	69.8	289	2523	92.5
35-40	0.33	0.09	3.56	1169	68.8	198	7.40	24.1	93.0	191	1502	61.7
40-75	0.37	0.15	2.48	909	35.2	210	7.50	24.9	53.3	240	2029	79.1
75-93	0.32	0.12	2.76	689	22.1	42.1	9.19	47.9	57.3	229	1759	57.0
93-100	0.43	0.10	4.50	651	21.7	82.0	6.24	26.6	35.2	181	1474	69.3

区を設けた。竹粉と竹堆肥は、主にモウソウチク (*Phyllostachys edulis*) を材料として、長崎工業株式会社により製造されたものを用いた。資材の被覆厚は B 区と BC 区で約 3 cm および 2 cm であった。各処理区は縦 1 m×横 1 m であり、各区画の間は 0.5 m、処理区設置の 1 週間前までに耕耘し、処理区は 5 月 18 日に設置した。

雑草植被率・雑草種および雑草乾物重の測定

雑草の植被率の測定に近赤外カメラ (PowerShot A650 IS, Canon) を用いた。各処理区の上方から群落を撮影し、植被率測定アプリケーション (shokuhi MFC アプリケーション) により算出した。近赤外線による撮影は、2015 年 6 月 1 日、6 月 8 日、6 月 15 日、6 月 29 日および、7 月 5 日の 5 回行った。

雑草の採取は 7 月 9 日および 10 日に行った。各区画の中央部に 0.25 m² のコドラート (縦 0.5 m×横 0.5 m) を置き、コドラート内の雑草地上部を全て採取した。採取後に雑草種を同定した。同定は科による分類を中心とし、イネ科、カヤツリグサ科、キク科、トウダイグサ科、ツユクサ科、カタバミ科、ヒユ科、タデ科、スベリヒユ科および、その他に分けた。さらに、イネ科についてはメヒシバ (*Digitaria ciliaris*)、オヒシバ (*Eleusine indica*)、イヌビエ (*Echinochloa crus-galli*)、エノコログサ (*Setaria viridis*)、その他イネ科に分けた (雑草診断・防除事典, 2014)。それぞれの雑草は個体数を調査した後、ネットに入れ乾燥機にて 70-80°C で 48 時間以上乾燥し、乾燥後重量を秤量して乾物重とした。

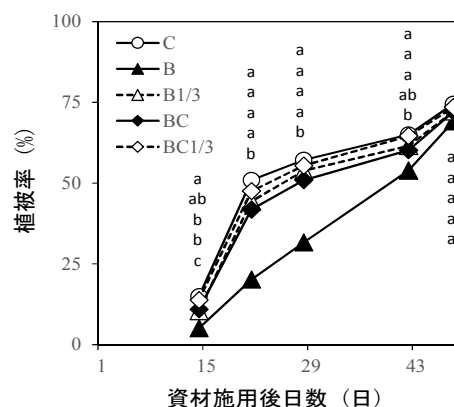
統計解析手法

全ての統計処理にはフリーソフト 'R' (var. 3.1.0) を用いた。処理区間の差の検定には Welch の一元配置分散分析を用い、処理区間に差があった場合は多重比較検定 (Tukey) を用いた。

結 果

調査地の気象

試験期間中の平均気温は 7 月 9 日、10 日を除いて 15°C から 25°C の間を推移した。5 月および 6 月の月平均気温は 19.1°C および 21.0°C であり、平年の松山市の日平均気温と比較して 5 月 (19.0°C) は同等であり、6 月 (22.7°C) は 1.7°C ほど低かった。5 月と 6 月の月降水量はそれぞれ 116 mm および 220 mm であり、松山市の平年の 5 月および 6 月の月降水量よりもそれぞれ 25.5 mm および 3.6 mm 程度少なかった。一方で、6 月 3 日に調査期間中で最大の日降水量 (60 mm day⁻¹)、さらに 6 月 11 日、7 月 1 日、および 7 月 9 日にも 40 mm day⁻¹ を超える日降水量を観測しており、平年と比較して短時間で多くの雨が降る場合があった。



第 1 図 植被率の推移。同一項目において異なるアルファベットは、処理区間に有意差があることを示す ($P < 0.05$)。

植被率の推移と雑草乾物重量

植被率の推移を第1図に示した。調査期間中C区が最も高く、BC1/3区>B1/3区>BC区>B区の順に低かった。B区は被覆後42日目まで、C区、B1/3区、BC1/3区より雑草の植被率が有意に低く、雑草抑制効果が高かった。

雑草の個体数と地上部乾物重を第3表に示した。個体総数では、B区とBC区が、C区、B1/3区およびBC1/3区よりも有意に少なかった。雑草の種類別では、トウダイグサ科でB区がBC1/3区よりも有意に少なかった。雑草の総乾物重はB区がC区よりも有意に低く、また資材の量が多いほど雑草の地上部乾物重が低い傾向が見られた。B区とBC区のイネ科雑草の乾物重は、それぞれC区の36.1%および35.9%であった。一方、イネ科に次いで多かったトウダイグサ科では、BC区(C区の63.6%)よりもB区(同20.6%)で低く、さらにカヤツリグサ科やキク科、タデ科でもBC区よりもB区で雑草乾物重の抑制効果が高かった。

試験終了時の土壌 pH、無機態窒素含量、および可給態リン酸含量

試験終了時(53日目)の土壌 pH、土壌 $\text{NH}_4^+ \cdot \text{NO}_3^-$ 含量、および可給態リン酸含量を第4表に示した。土壌 pH は B1/3 区で他の区に比べて高い傾向が見られたが、処理区間に有意差はなかった。また、土壌 NH_4^+ 含量や可給態リン酸含量も処理区間に有意差はなかったが、B区やB1/3区で他の区よりも低い傾向があった。土壌 NO_3^- 含量も処理区間に有意差はなかった。可給態リン酸含量はB区およびB1/3区で他の処理区よりも高い傾向が見られたが、処理区間に有意差はなかった。このように、比較的変動しやすいと考えられる土壌の化学特性に対しては大きな影響は見られなかった。

考 察

植被率の結果より、被覆後42日目まで生竹粉の施用が雑草による土壌被覆を最も抑制していたことから、竹粉を堆肥化してから施用するよりも、そのまま施用した方が高い雑草抑制効果を示すことが明らかになった。また、雑草の個体数および地上部乾物重の結果から新鮮重で 3.3 kg m^{-2} の生竹粉を施用すると雑草の抑制効果が高いことが示された。竹粉被覆は、全処理区で最も多く見みられたイネ科雑草を抑制する傾向を示し、カヤツリグサ科とトウダイグサ科、キク科では有意に雑草の発生を抑制した。被覆資材の違いによる試験後の土壌 pH の明らかな差が無いことに加え、土壌 pH の値も一般的に植物に影響するような値でなかったこと、さらに土壌中の無機態窒素含量や可給態リン酸含量にも大きな違いがなかったことから、竹粉で最も雑草抑制効果が高かったことは資材の性質よりも被覆の厚さに起因すると考えられた。資材は施用後日数を経ると徐々に分解したり収縮・膨潤を繰り返しながら体積が減少したりするため、被覆後日数が長くなるほど土壌表面が露出する部分が増加すると考えられ、実際に試験期間後半には土壌表面が露出している部分が観察されていた。遮光は雑草の生育を抑制することが報告されている(野口ら, 1997)。したがって、被覆資材が厚いほど時間経過に伴う土壌表面の露出も小さくなると考えられ、このことが竹堆肥よりも竹粉で雑草の抑制効果が高かった大きな要因と推測された。以上のことから、竹資材を用いる場合は生竹粉の状態でも厚みを 3 cm 程度に保つことで雑草の抑制効果が期待でき、さらに効果を持続させたい場合は資材の状態をみて追加することが必要と考えられた。

第3表 各種雑草の個体数 (株 m⁻²) および地上部乾物重 (g m⁻²)

処理区	イネ科						カヤツリグサ科	キク科	トウダイグサ科	ツユクサ科	カタバミ科	ヒユ科	タデ科	その他	全合計
	メヒシバ	エノコログサ	イヌビエ	オヒシバ	その他	合計									
C	170 a	10.0 a	27.0 a	26.0 a	7.00 a	240 a	353 a	66.0 a	142 ab	7.00 a	75.0 a	32.0 a	11.0 a	2.00 a	928 a
B 個	61.0 a	26.0 a	7.00 a	2.00 a	0.00 b	96.0 a	30.0 a	4.00 a	45.0 b	11.0 a	3.00 a	11.0 a	6.00 a	0.00 a	206 b
B1/3 体	185 a	10.0 a	7.00 a	48.0 a	0.00 b	250 a	231 a	15.0 a	114 ab	5.00 a	7.00 a	25.0 a	14.0 a	0.00 a	661 a
BC 数	79.0 a	0.00 a	1.00 a	15.0 a	0.00 b	95.0 a	115 a	15.0 a	88.0 ab	8.00 a	26.0 a	11.0 a	5.00 a	0.00 a	363 b
BC1/3	79.0 a	17.0 a	5.00 a	4.00 a	1.00 ab	106 a	242 a	56.0 a	158 a	11.0 a	22.0 a	43.0 a	18.0 a	1.00 a	657 a
C	164 a	7.81 a	27.2 a	13.0 a	0.63 a	213 a	59.1 a	45.0 a	99.0 a	5.89 a	4.83 a	13.3 a	41.4 a	0.36 a	482 a
B 乾	37.9 a	35.8 a	2.13 a	0.98 a	0.00 b	76.8 a	6.17 b	0.64 b	20.4 b	25.6 a	0.26 a	4.70 a	10.9 a	0.00 a	146 b
B1/3 物	191 a	7.57 a	3.06 a	22.8 a	0.00 b	224 a	31.4 ab	9.93 b	53.2 ab	5.59 a	0.08 a	11.5 a	46.7 a	0.00 a	383 ab
BC 重	70.6 a	0.00 a	0.52 a	5.36 a	0.00 b	76.4 a	15.9 ab	9.97 b	63.0 ab	8.10 a	1.96 a	8.90 a	18.6 a	0.00 a	203 ab
BC1/3	81.6 a	21.5 a	2.53 a	1.26 a	0.07 b	107 a	25.5 ab	15.3 ab	75.8 ab	9.32 a	1.76 a	31.1 a	46.5 a	2.51 a	315 ab

同一項目において異なるアルファベットは処理区間に有意差があることを示す ($P < 0.05$)。

第4表 試験終了時 (7月10日) の土壌 pH、土壌 NH₄⁺・NO₃⁻含量および可給態リン酸含量

処理区	pH	NH ₄ ⁺ 含量	NO ₃ ⁻ 含量	可給態リン酸含量
		(mg N kg ⁻¹)		(mg P ₂ O ₅ kg ⁻¹)
C	5.50 a	3.17 a	48.0 a	65.5 a
B	5.80 a	1.92 a	39.0 a	72.6 a
B1/3	6.05 a	1.64 a	29.2 a	70.0 a
BC	5.53 a	3.42 a	37.9 a	64.2 a
BC1/3	5.68 a	2.19 a	44.1 a	60.4 a

同一項目において異なるアルファベットは処理区間に有意差があることを示す ($P < 0.05$)。

本研究ではイネ科雑草に対する抑制効果は、竹粉や竹堆肥で違いはなかったが、トウダイグサ科やカヤツリグサ科およびキク科では竹粉の方が竹堆肥よりも抑制効果が高かった。この原因の一つとして、遮光に対する反応性の違いが考えられる。野口ら（1978）は雑草の生長抑制が著しく抑制される遮光程度はスベリヒユ（*Portulaca oleracea*, ヒユ科）で80%以上、オオイヌタデ（*Persicaria lapathifolia*, タデ科）で80~90%以上、メヒシバ（*Digitaria ciliaris*, イネ科）では90%以上であったことを報告している。従って、イネ科植物よりも上記のように遮光感受性の高い雑草が優占する圃場において、竹粉の被覆はより高い抑制効果が期待できる可能性がある。

しかしながら、本研究で明らかとなった竹粉や竹堆肥の雑草抑制効果は、従来技術である除草剤散布やマルチシートに比べると効果は低いものであり、手作業除草における労力低減技術として利用できるレベルと考えられる。除草効果をより高くするためには、施用量を増加させたり、均一性の高い施用や鎮圧を行ったりするなどの改良が必要と考えられる。

適 要

竹粉および竹堆肥を用いて土壌を被覆し、雑草抑制効果を調査した。それぞれの資材を 3.3 kg m^{-2} および 1.1 kg m^{-2} で被覆した4処理区（B, B1/3, BC, BC1/3）および裸地の対照区（C）を各処理区4反復設け（2015年5月18日）、雑草の植被率経時変化および試験終了時（7月10日）の個体数、地上部乾物重、表層土壌のpH、土壌アンモニウム・硝酸態窒素含量および可給態リン酸を調べた。竹粉および竹堆肥を被覆した処理区の植被率はC区に比べて低く、被覆後42日目までB区がC区よりも有意に低かった。さらに雑草個体数や地上部乾物重もB区がC区より低かった。イネ科雑草の地上部乾物重に与える効果において、B区（C区の36.1%）とBC区（同35.9%）は同程度であったが、カヤツリグサ科やキク科、トウダイグサ科およびタデ科雑草に対してはBC区よりB区で抑制効果が高かった。土壌の化学性に対する被覆資材の種類や量の影響は明確ではなかった。本調査により、竹粉を土壌に被覆することで土壌の化学性に影響することなく、1ヶ月半程度、雑草生育を抑制できる可能性が示された。

引 用 文 献

- 1) 伊藤操子（1993）雑草学概論, p1-353, 養賢堂, 東京.
- 2) 野口勝可・中山兼徳・高林実（1997）畑作物と雑草の競合に関する研究 第1報 作付けの差違が雑草群落に及ぼす影響. 日作紀, 46, 504-509.
- 3) 野口勝可・中山兼徳・高林実（1998）畑作物と雑草の競合に関する研究 第3報 遮光処理が雑草の生育に及ぼす影響. 日作紀, 47, 56-62.
- 4) 森田展樹（2014）バイオエタノール蒸留廃液の施用法の違いがトウモロコシの生育・収量と土壌の化学特性に与える効果およびシトラスモラセス施用による雑草抑制効果. 卒業論文.
- 5) 渡邊政俊（2004）竹林栽培と竹林生産の動向. 竹の魅力と活用, p61-64, 創林社, 東京.
- 6) 鄭紹輝・田中利依・有馬進（2006）ヘアリーベッチのアレロパシーによる雑草抑制効果. *Coastal Bioenvironment*, 7, 9-14.

業務報告

果樹班

果樹では、温州ミカン、伊予柑、甘夏柑、ネーブル、ポンカンおよび不知火の柑橘類と、モモとブドウの落葉果樹の栽培管理を行った。

1. 平成 27 年度の概要

今年の柑橘類は表年の影響もあり、発芽期、開花期ともに順調な生育となった。7月、8月と台風が接近したため、荒れた天気となった。秋のはじめは高気圧のため晴れの日が多かったが、その後偏西風の影響などで曇りや雨の日が増えた。冬は断続的に寒気が入り、多少荒れた天気となった。平均気温は平年より高く、降水量は平年より多く、日照時間は平年より少なかった。気象による影響は強風で、ビニールハウスが壊れるなどの損害はあったが、果樹などへの影響はなかった。

温州ミカンなど柑橘類は全体的に収量が増えた。樹齢と減農薬化の影響などで、ポンカン、ネーブルなどの収量が減少した。落葉果樹は樹齢と実験の影響のため、モモの収量が減少した。

2. 作付け状況と収量（販売数量）

栽植樹種、栽植年次、作付面積、販売数量および前年比を第1表に示した。今年の柑橘類は、温州ミカンは昨年より23.9%増の販売数量であった。伊予柑、甘夏柑、ネーブルおよびポンカンの販売数量は昨年より減少した。不知火は、昨年より20.3%増となった。落葉果樹では、モモの販売量は減少したが、シャイン・マスカットの生産が安定してきたこともあり、ブドウの販売数量は昨年より増えた。

第1表 栽植状況と収量（販売数量）

栽植樹種	栽植年次	作付面積(a)	販売数量(kg)	前年比(%)	
早生温州ミカン	S.55.6	49.0	19,851	123.9	
晩生温州ミカン	S.57.3 H.8.3	36.0			
宮内伊予柑	S.56.3	46.0	4,657	103.9	
甘夏柑	S.56.3	14.0	3,493	95.0	
ネーブル	S.56.3	7.0	1,026	78.9	
ポンカン	H.5.3	10.0	236	49.4	
不知火	H.8.3	37.0	3,313	120.3	
その他の柑橘		17.5	700	143.1	レモン等
小計		216.5	33,276	113.9	
モモ	H.12.9	10.0	691	70.6	
ブドウ	S.61.3	7.5	1,901	110.0	
その他の落葉		48.5	241	49.3	キウイフルーツ等
小計		66.0	3,269	88.7	
合計		282.5	36,109	111.4	

3. 所要労力

果樹班は、昨年と同じ3名で栽培管理を行った。作業別労働時間を第2表に示した。全体の労働時間は4779.0時間であった。作業別労働時間の中では収穫・調整・出荷がもっとも多く、全体の37.7%となった。全体に占める割合は昨年よりも7.7%増えた。また、11月と12月には温州ミカンの収穫作業で、他班から応援を受けた。学生の職場体験学習やイベントなどでも収穫作業を行った。

第2表 作業別労働時間(平成27年4月～28年3月)

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計	%
整枝・剪定・接木	191.5	98.0	124.5	70.5	7.5	27.0	33.0	2.0		63.5	21.5	138.0	777.0	16.3
施肥		7.0	10.5			10.0	10.0			24.5	6.5	15.5	84.0	1.8
草刈り・草削り	17.5	67.5	44.0	38.0	35.0	36.0	45.0	12.5					295.5	6.2
摘粒・摘果・袋掛		62.5	59.5	101.5	146.0	34.5	81.0						485.0	10.1
農薬散布・管理	53.5	68.5	70.5	63.5	38.5	14.5	60.5	1.5		16.5	37.5	37.5	462.5	9.7
灌水・防風管理	1.0					1.0							2.0	0.0
収穫・調整・出荷	105.0	2.0	42.0	50.5	60.0	154.5	97.0	243.0	392.0	208.0	264.5	183.5	1802.0	37.7
農機具管理	5.0	10.0	9.0	2.5	3.0	3.5	9.5			3.0	1.0	5.0	51.5	1.1
設備管理				2.5	4.0	12.0	9.5	2.5	7.5	10.0	1.0	10.5	59.5	1.2
園地整備	3.5	12.5	19.5	44.0	3.5	2.0	34.5	19.5		20.5	13.0	3.0	175.5	3.7
調査・データ整理	4.5	2.5	5.5	0.5	9.0	8.5	1.5	47.5	1.0	22.0	1.5	6.5	110.5	2.3
研究・実習補助	4.5	5.0	27.5	7.0	19.0	69.5	26.0	62.5	10.5	7.5			239.0	5.0
共同作業													0.0	0.0
会議・その他	14.0	5.5	10.0	27.0	13.5	5.0	8.5	3.5	5.5	13.5	11.5	8.0	125.5	2.6
研修				6.0		6.5							12.5	0.3
他部からの応援						3.5		1.0	28.5	1.5			34.5	0.7
他部への応援	5.0	6.5	9.0	5.5	6.0	5.0	3.5	2.5	2.5	8.0	3.5	5.5	62.5	1.3
合計	405.0	347.5	431.5	419.0	345.0	393.0	419.5	398.0	447.5	398.5	361.5	413.0	4779.0	100.0

4. 今年度の課題

摘果、防除など基本的な作業を適期に確実に実施するため、果樹でも栽培管理の見直しを行い、作業の省力化を推し進めていく必要がある。特に、モモは木の樹齢と実験の影響のため改植の必要性がでてきた。28年度より実験園をモモ園に改植する予定である。当農場では環境に優しく、また食の安全のため、柑橘類の一部においてはエコえひめの認証をとり、化学肥料と化学農薬を使用しない栽培を行ってきた。その他においても、農薬の散布回数を通常の下分に抑えた。これからも、柑橘類においては農薬をできるだけ使わない栽培を続けたい。また、隔年結果を防ぐため樹幹上部摘果を行い、安定した管理を行いたい。同時に、有望柑橘類への品種更新も行っていきたい。

作物・蔬菜・畜産班

1. 平成 27 年度概況

本年度の水稲栽培は例年同様、化学肥料、化学農薬不使用で行った。県の特別栽培認証（エコえひめ）を引き続いて取得した。『安心米』という大学ブランドとして大学内の生協で販売した。また、酒米として「にこまる」を愛媛大学のお酒『媛の酒』の原料として提供した。作業委託を受けた民有田での栽培も継続して行った。学生や教員の試験研究圃場として、水稲の試験栽培や田植え実習などを行った。

露地園芸では、ソラマメ、馬鈴薯、玉ネギ、赤玉ネギ、甘藷、キャベツ、ハクサイ、ダイコン、スイカ、白ネギの栽培を行った。

施設園芸では、夏季にトマト、ミニトマト、キュウリ、ナスの栽培、冬期に葉物野菜の栽培を行った。また、愛媛大学ブランドのソーセージの原料としてパセリの栽培も継続して行った。

畜産は、廃牛・素牛仔牛の販売予定はない。また、人工授精を12月に行った。

2. 圃場整備状況

各圃場整備状況を第1表に示した。今年度は2月に1号水田東側の畦畔を工事した。水田の畦作りや溝掃除について第1表に示した。

第1表 水田・露地畑・農道の整備状況

区 分	内 容	備 考
1号水田	畦塗り・畦シート張り	5月に実施
	水戸、水口の整備	〃
	東側畔工事	2月に実施
2号水田	畔塗り・畦シート張り	6月に実施
	水戸、水口の整備	〃
3号水田	畦塗り・畦シート張り	5月に実施
	水戸、水口の整備	〃
4号水田	畦塗り・畦シート張り	6月に実施
	水戸、水口の整備	〃

3. 有機物の施用状況

特別栽培水田では、前年に播種した白クローバーおよび雑草を立毛のまま全量をすき込んだ。稲わらは牛の飼料として、ロール（乾草）にして取り込んだ。

牛糞や竹チップ、刈り草、落ち葉、米ぬかといった有機物は自給できるので、積極的に施用している。その他に、植物工場から出るトマトの残渣の一部も堆肥化して利用している。

11月に行われる学生祭での残飯およびバガストレイの堆肥化を行った。この堆肥を学生サークルECS（エコ・キャンパス・サポーター）によるサツマイモ栽培に利用した。

4. 各種作物の栽培状況

(1) 水稲

水稲耕種概要と収量を第2表に示した。1号水田～4号水田が県のエコ認証を受けた水田である。緑肥としてシロクロバーのすき込みを行った。水田除草は除草機により行った。鳥害対策として早生品種に防鳥網を張った。昨年度から高温耐性がある「にこまる」を導入し2年連続で1等米となった。粘り気があり美味しいということで「にこまる」への注文も多くある。

借地田①～⑦では慣行栽培によりコシヒカリ、にこまる、ヒノヒカリの栽培、教員、学生の試験栽培や田植え実習を行った。借地田④は耕作地を2つに分け異なる品種を植え付けた。また、借地田⑤はハトムギ試験地として利用した。

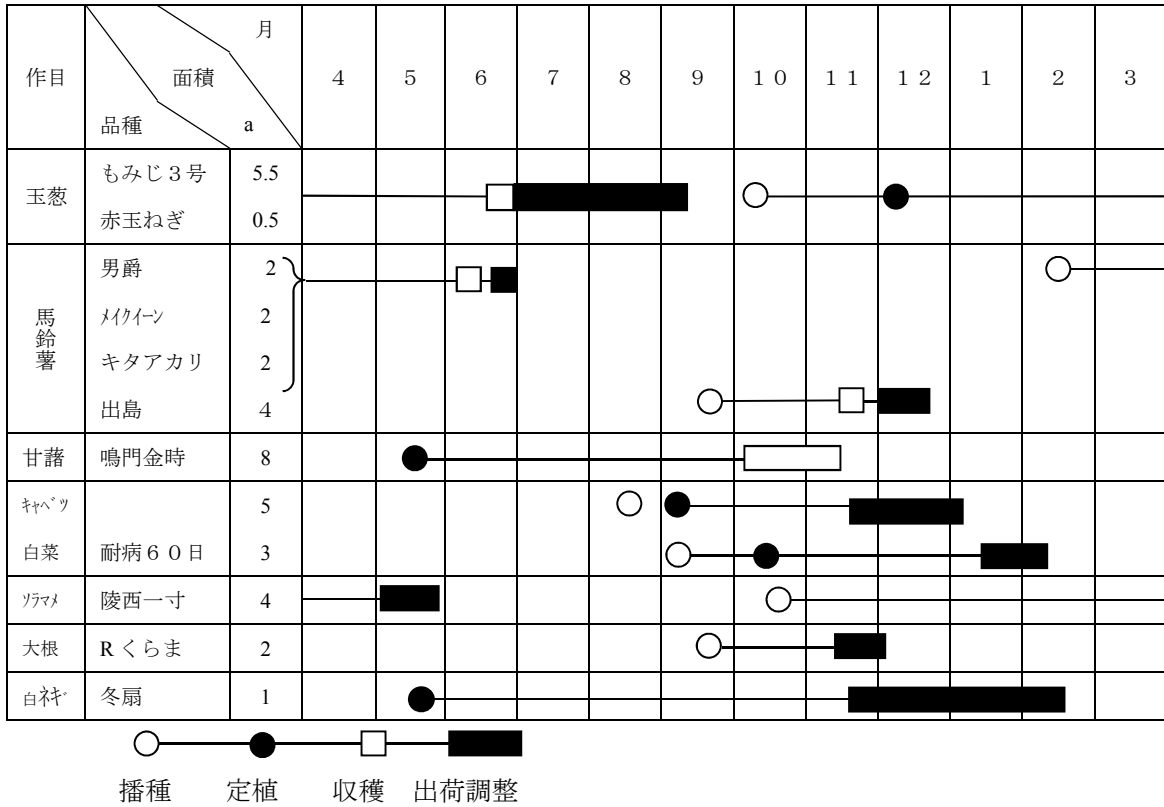
第2表 水稲の耕種概要及び収量

区別	面積 (a)	品種	栽培様式	播種期 (月.日)	移植期 (月.日)	施肥量(kg/10a) N-P-K	収量 kg/10 a
1号水田	72	コシヒカリ	稚苗移植	4.17	5.12	緑肥(シロクロバー)	286
2号水田	60	にこまる	〃	5.13	6.9	緑肥(シロクロバー)	370
3号水田	35	キヌヒカリ	〃	5.8	5.29	緑肥(シロクロバー)	214
4号水田	27	松山三井	〃	5.17	6.12	緑肥(シロクロバー)	433
借地田①	12	にこまる	〃	5.18	6.15	(14-10-10)	412
②	12	ヒノヒカリ	〃	5.18	6.15	(14-10-10)	363
③	6	—	—	—	—	—	—
④-1	4	にこまる	〃	5.18	6.15	(14-10-10)	412
④-2	7	ヒノヒカリ	〃	5.18	6.15	(14-10-10)	363
⑤	12	—	—	—	—	—	—
⑥	9	コシヒカリ	〃	4.17	6.22	(14-14-14)	394
⑦	10	コシヒカリ	〃	4.17	6.22	(14-14-14)	394

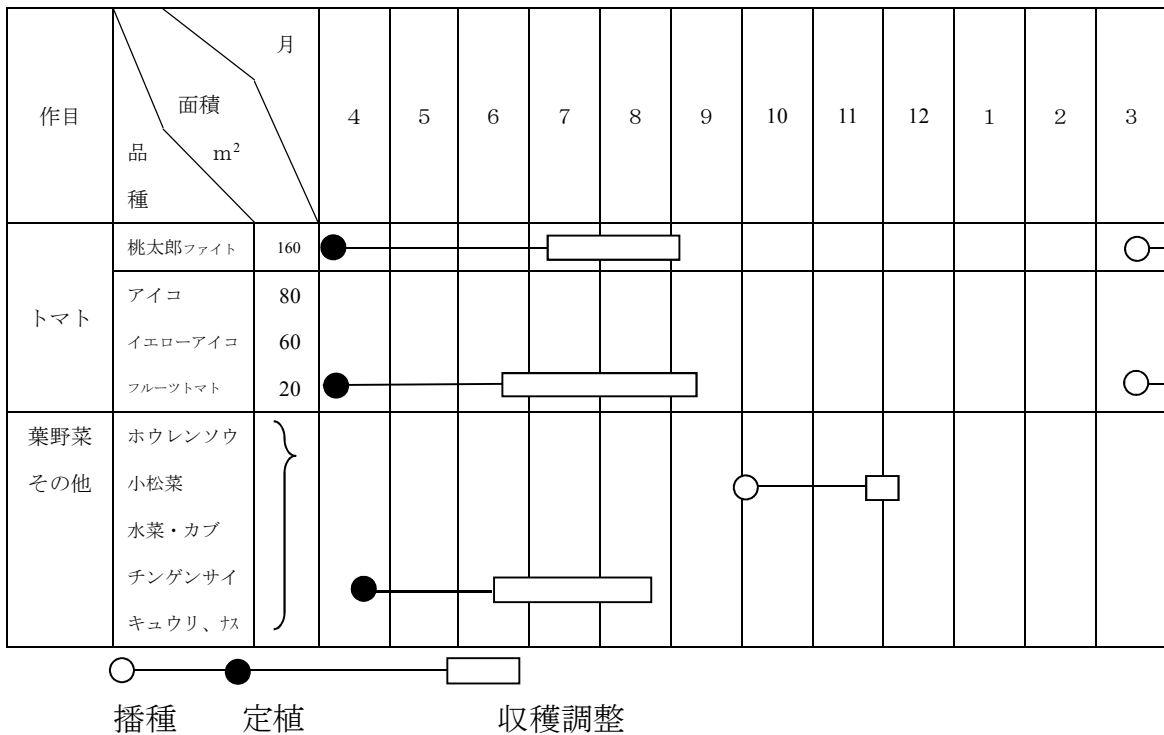
(2) 露地園芸

露地園芸の作物別の栽培状況を第1図に示した。露地園芸では、馬鈴薯や甘藷の植え付け、収穫時に幼稚園児の体験学習や、小中学生の職場体験などを行った。参加者からの満足度も高いため、今後も継続して行う予定である。玉ねぎは、農繁期と重なり出荷が後回しになっているため、業務の効率化などを検討する必要がある。

今年度は春キャベツから比較的病害虫に強い寒玉キャベツに変更して栽培した。キャベツ、白菜、大根は天候に恵まれ生育が良く例年より収量は増加した。また、白ネギは収穫後半に赤サビ病が発生し収穫を早めた。馬鈴薯は、石灰窒素を施用しているが春と秋の両作付においてそうか病が多くみられた。



第1図 露地園芸の作目別栽培状況



第2図 施設園芸の作目別栽培状況

(3) 施設園芸

夏季にはトマト、ミニトマト、キュウリ、ナスの栽培を行った。本年度はトマト、キュウリ、ナスの一部栽培について次亜塩素酸水を農薬の代替として使用し効果を試験した。トマトの尻腐対策として、カキ殻石灰の散布・肥料散布量の制限を試みたが尻腐の減少は見られなかった。学生が土壌の研究を行い長年の施用による肥料過多であることが分かった。次年度は元肥を施用せず、トマトの状態を注視し無肥料栽培を試みる。

冬期の葉物野菜は、ハウレンソウ、シュンギク、ミズナ、チンゲンサイなどを栽培した。温室2棟に一斉に播種をしたが収穫後半にアブラムシ・ヨトウムシが発生した。次年度は作付時期をずらして播種を行う必要がある。また、一度の灌水時間が長く株元の腐敗が多くみられた。少量・多回数灌水が可能な電磁弁の設置を検討したい。

5. 畜産

(1) 飼育頭数

本年度の和牛の月別売却および飼育頭数を第3表に示した。人工授精は12月に行った。

第3表 和牛の月別分娩、購入、売却および飼育頭数（平成28年3月31日現在）

		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
分娩	♂													0
	♀													0
死亡	♂													0
	♀													0
売却	♂													0
	♀													0
飼育頭数		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	

第4表 飼料作物栽培における収量と貯蔵方法

草種	圃場	収穫日 (月/日)	面積 (a)	収量 (kg)	貯蔵方法	個数	平均重量 (kg)
イタリアンライグラス +エンバク	4号畑	4/24	40	600	乾草	30	20
	5号畑	4/24	10	360	乾草	18	20
スーダングラス	4号畑	8/6	40	1,710	乾草	95	18
	5号畑	8/6	10	270	乾草	15	18
稲藁	2号田	10/26	60	2,751	乾草	131	21
計			314	5,691		289	

(2) 粗飼料生産

飼料畑における粗飼料の栽培と貯蔵方法を第4表に示した。冬作はイタリアンライグラス、夏作はスーダングラスを栽培した。水田はシロクローバーを緑肥として用いるため冬作は行っていない。

牧草畑は、昨年引き続き4号畑の補修工事跡地で生育が悪く収穫量が少なかった。6・7号畑は試験研究に供試または予定地になったため作付はしていない。稲藁は収穫時に降雨が続き2号水田のみの収穫となった。

6. 作業労働時間

労働時間を第5表に示した。4月から10月は水田の準備から田植え、学生実習等が集中するため、超過勤務が増加しており他の月よりも総じて労働時間が多い。昨年に比べ水田圃場内の除草に時間がかからなかったなど7、8月の作業時間が省かれた。作業項目ごとの作業時間で比べると、1号田東側の畔工事を2月に行っており施設・環境整備の時間が増加した。露地野菜管理と稲作栽培管理の割合が増加している。業務の効率化を図っていくことが重要となる。

第5表 平成27年度作業別労働時間

平成27年									平成28年			計	比率 %
4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
108	265	233	86.5	79	147	146	99	48	18	28.5	17.5	1275.5	19.0
101	93	125.5	136	129	112.5	121.5	99	183	85	91.5	146.5	1423.5	21.2
59.5	79	75.5	113.5	42.5	18	10	31.5	7	28.5	53.5	76.5	595.0	8.9
18.5	24.5	7	11.5	9	0	57	4	0	0	3	1	135.5	2.0
16.5	20	9.5	38	9.5	43.5	9	9	6	1.5	5	31.5	199.0	3.0
42	19	21.5	33.5	45	18.5	51.5	19	31.5	21	16	17.5	336.0	5.0
55	47.5	54	12.5	26	31	55	80.5	3	1	3	1.5	370.0	5.5
84	33.5	50	20.5	51	47.5	55	63	61	264	243.5	161	1134.0	16.9
38	5	15	13	18.5	38	9	42	14	13	16	63.5	285.0	4.3
0	2	16.5	9	3.5	6	0	14	23	9	4	5	92.0	1.4
12	6	16	13	30	7.5	11	24.5	4.5	18	4.5	4.5	151.5	2.3
43	23.5	49	80.5	49	54.5	65.5	30	78.5	63	54.5	64.5	655.5	9.8
577.5	618	672.5	567.5	492	524	590.5	515.5	459.5	522	523	590.5	6652.5	99.3
0	0	0	5	0	0	0	9	35.5	0	0	0	49.5	0.7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0
577.5	618	672.5	572.5	492	524	590.5	524.5	495	522	523	590.5	6702.0	100.0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
577.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6702.0	

7. 今後の課題

温室について、肥料過多であるため冬作に吸収量の多い作物の選択を考えたい。野菜は年々種類と販売量を増やしており、学内販売や生協販売店「えみか」へ納品以外に販路を検討していきたい。今年度、人工授精を行ったが受胎しなかったため、来年は受胎させたいと考える。

体験学習が増えており、きれいな農場を維持するためにも環境整備を積極的に行っていきたいと考える。庭木、生け垣の剪定、法面の草刈りなどを適時行っていく。

その他資料

1. 圃場施設等の利用状況

(1) 農学部研究室

- ・ 緑肥の栽培・施用が秋ソバ品種の生育と収量特性に及ぼす影響（比較農学）
- ・ 有機栽培水田における土壌微生物の多様性に関する研究（土壌肥料学）
- ・ 水稲による有機態窒素化合物の吸収に関する研究（土壌肥料学）
- ・ 次亜塩素酸水の殺菌・殺虫効果等の実証研究（土壌肥料学）
- ・ カンキツ園からの温室効果ガスモニタリング（土壌肥料学）
- ・ 水田への竹炭施用が圃場からのメタンおよび亜酸化窒素発生に与える影響に関する研究（土壌肥料学）
- ・ 水田への緑肥施用と中干しを組み合わせた栽培体系における、温室効果ガス（メタン、亜酸化窒素）発生ならびに土壌炭素蓄積のトレードオフに関する研究（土壌肥料学）
- ・ 浅床栽培法を用いたレンコンの省力栽培に関する研究（土壌肥料学）
- ・ 竹資材を用いたトマト栽培におけるトマトの生育・収量および土壌肥沃度変化に関する研究（土壌肥料学）
- ・ 西南暖地の貧栄養土壌におけるオギススキ（*Miscanthus x giganteus*）の生育特性に関する研究（土壌肥料学）

(2) 学生実習

① 農学部

生物資源科学実習ⅠA（必修）生物資源学科1回生	206名	0.5単位	前学期・集中
農業生産管理学実習Ⅰ（必修）生物生産システム学3回生	32名	3単位	前学期・毎週月曜・終日
農業生産管理学実習Ⅱ（必修）生物生産システム学3回生	31名	3単位	後学期・毎週月曜・終日
農業生産管理学実習Ⅲ（選択）生物生産システム学3回生	13名	1単位・通年・集中	

② 共通教育科目

生命の不思議（選択）	29名	2単位	前学期・集中
------------	-----	-----	--------

③ 中国・四国地区大学間連携フィールド実習

果樹園芸の里フィールド演習	35名	2単位	夏期・集中・5日間
---------------	-----	-----	-----------

④ サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト講座学習活動

12名（高校生）	前学期・集中
----------	--------

2. 社会貢献事業（大学開放等）

① さつまいも植え付け	近隣の幼稚園児（保育士含む）	26名参加	平成27年5月実施
② ぶどう狩り	愛媛大学職員（一般住民含む）	409名参加	平成27年9月実施
③ さつまいも掘り	近隣の幼稚園児（保育士含む）	26名参加	平成27年10月実施
④ 子ども農業体験教室	一般の住民（小学生）	35名参加	平成27年10月実施
⑤ いきいき農場夢体験	一般の住民（小学生・保護者）	36名参加	平成27年11月実施
⑥ さつまいも掘り	えみかキッズ	28名参加	平成27年11月実施

- ⑦ さつまいも掘り 愛媛大学附属幼稚園（保育士含む） 57名参加 平成27年11月実施
- ⑧ みかん収穫体験 近隣の幼稚園児（保育士含む） 44名参加 平成27年11月実施
- ⑨ みかん狩り 愛媛大学職員（一般住民含む） 140名参加 平成27年11月実施
- ⑩ 現場実習 特別支援学校生 6名参加 平成27年11月実施
- ⑪ 農場研修 外国大学研修生（教員含む） 25名参加 平成27年12月実施

3. 収入及び支出状況（平成27年度実績）

収入				支出		
区 分	品 名	数 量	金 額	区 分	金 額	備 考
作物・蔬菜	米	kg 7,637	千円 2,841	物品費	千円 8,263	
	ソラマメ	569	102	役務費	1,644	
	タマネギ	476	77	光熱水料	2,846	
	バレイショ	821	77	事業経費	203	
	トマト	1,087	133	その他	5,189	
	その他	2,546	242			
	小 計		13,136	3,472	支出総額	18,145
果 樹	甘夏柑	2,751	337			
	温州ミカン	19,700	2,291			
	伊予柑	4,781	627			
	デコボン	3,942	860			
	モモ	635	188			
	ブドウ	2,516	1,267			
	その他	2,483	341			
小 計		36,808	5,911			
畜 産	和 牛	0	0			
小 計		0	0			
加 工 品		個	千円			
	マーマレード	474	247			
	ジュレ	1,059	159			
	その他	1,084	165			
小 計		2,617	571			
収入総額			9,954			

4. 愛媛大学農学部附属農場研究業績目録 2015年4月～2016年3月

(*印付き著者は附属農場教職員を表す)

(学術論文)

1. Toma Y*, Oomori S, Maruyama A, Ueno H*, Nagata O. Effect of the number of tillages in fallow season and fertilizer type on greenhouse gas emission from a rice (*Oryza sativa* L.) paddy field in Ehime, southwestern Japan. *Soil Science and Plant Nutrition*. 62: 69-79. 2016.
2. 当真要*・井上恭佑・永田修・山内孝志*・大久保直樹*・河野貴幸*・加藤也寸彦・上野秀人*.
ウンシュウミカン‘青島温州’栽培圃場における夏期のバイオエタノール蒸留廃液の施用が土壌からの温室効果ガス発生に与える影響. 愛大農場報告. 37: 1-14. 2015.

(学会講演)

1. 荒木卓哉*・田中宏昌・竹原彩・中澤春貴・松原秀和・杉本秀樹・岡三徳*. 異なる窒素分施体系がハトムギの乾物生産, 収量および施肥窒素吸収率に及ぼす影響. 日本作物学会第 240 回講演会. 日本作物学会講演会要旨集第 240 回日本作物学会講演会 119. 長野. 2015年9月.
2. 松原秀和・松井勝弘・杉本秀樹・荒木卓哉*・岡三徳*. 播種期とヘアリーベッチすき込みが春まきした矮性ダツタンソバ系統‘九州 D6 号’の生育・収量に及ぼす影響. 日本作物学会四国支部第 52 回講演会. 日作紀四国支報 52: 18-19. 松山. 2015年11月.
3. Sari NN, Akamatsu K, Oomori S, Nishimura S, Nagata O, Ueno H*, Toma Y*. Effect of water management and green manure application on N₂O emission from paddy field. 日本土壤肥料学会関西支部会. 講演要旨集 110: 30. 松山市. 2015年12月.
4. 佐藤歌音・当真要*・岩本玲奈・山本智恵・上野秀人*・長崎信行. 浅床栽培によるレンコン“備中”の生育および収量特性. 日本作物学会四国支部会. 日作四国支報 52: 54-55. 松山市. 2015年11月.
5. 八木尅憲・森田展樹・当真要*・上野秀人*・石掛桂士*・阿立真崇*・山下陽一*・長崎信行. 生竹・竹堆肥マルチが温室トマトの生育・収量および土壌特性に与える影響. 日本作物学会四国支部会. 日作四国支報 52: 56-57. 松山市. 2015年11月.
6. 樋口武・当真要*・上野秀人*・加藤也寸彦・泉屋亨・永田修. バイオエタノール蒸留廃液の施用が CH₄ および N₂O 発生に与える影響. 日本土壤肥料学会京都大会. 講演要旨集 61: 179. 京都市. 2015年9月.
7. 森田展樹・樋口武・当真要*・上野秀人*・加藤也寸彦・泉屋亨. みかん搾汁残渣由来のバイオエタノール蒸留廃液の施用がトウモロコシの生育・収量と土壌特性に与える効果. 日本土壤肥料学会京都大会. 講演要旨集 61: 134. 京都市. 2015年9月.
8. 当真要*・大森信吾・丸山明日香・上野秀人*・永田修. 冬季耕耘と肥料タイプが暖地水田からの CH₄ および N₂O 発生に与える影響. 日本土壤肥料学会京都大会. 講演要旨集 61: 7. 京都市. 2015年9月.
9. 大森信吾・永田修・上野秀人*・当真要*. 水田への竹炭施用による地球温暖化緩和効果の評価. 日本土壤肥料学会京都大会. 講演要旨集 61: 184. 京都市. 2015年9月.

編 集 委 員

山 田 寿
上 野 秀 人
片 岡 圭 子

〒799-2424 愛媛県松山市八反地甲 498 番地
編集兼発行者 国立大学法人愛媛大学農学部附属農場
TEL:089-993-1636
FAX:089-993-3173
ホームページ:<http://web.agr.ehime-u.ac.jp/~farm/>