

令和 6 年 6 月 27 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H02320

研究課題名（和文）収穫後農産物に共存する微生物群の実態解明と品質評価システムへの応用

研究課題名（英文）Elucidation of microflora associated with fruits and vegetables during postharvest stage and its application for quality evaluation

研究代表者

濱中 大介（Hamanaka, Daisuke）

鹿児島大学・農水産獣医学域農学系・准教授

研究者番号：60399095

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：保存中農産物について、そこに含まれる難培養性を含む細菌群集の動態について検証するとともに、農産物そのものの品質・鮮度の変化および関連遺伝子の発現解析、ならびにストレスを受けた微生物の損傷や回復後の増殖特性について検討した。細菌群集は、青果物の保存環境の違いにより、培地検出される生菌数が同等でも、属種は大きく変動することが明らかとなった。また、物理的ストレス付与によって生じた微生物の損傷は、その回復には界面活性剤の存在に影響された。このような損傷によって生じた各種の高分子群は近赤外分光によって測定が可能であったことから、微生物の損傷状態の簡易かつ迅速な把握の可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

食品の保存性や微生物学的な安全性の精確な把握は、食の安全の確保ならびに食品ロスの低減にも大きく貢献するものである。本研究では、培地を用いた評価が困難な微生物群を含む全ての微生物を対象として、農産物の保存や流通中に遭遇すると予測される環境条件での精確な動態把握を試みたものである。これに加えて、ストレスを受けた場合に生じる損傷状態について、その増殖特徴について迅速な評価を試み、その可能性を示すことができた。これらの成果は、農産物の微生物学的安全性の精確な評価に加えて、保存性、すなわち市場商品価値の正確な把握において重要な基礎データとなることが期待できる。

研究成果の概要（英文）：The dynamics of bacterial communities, including those of viable but non-culturable bacteria, co-existing in agricultural products during storage were examined. Changes in the quality and freshness of the produce and expression analysis of related genes were also examined, as well as damage to the physically stressed microorganisms and their growth characteristics after recovery. It was revealed that the genera and species of bacterial communities varied greatly even when the number of viable bacteria detected in the medium was the similar, depending on the storage environment of the produce. Furthermore, the recovery of microbial damage caused by physical stress was influenced by the presence of surfactants. Various polymer groups caused by such damage could be measured by near-infrared spectroscopy, suggesting the possibility of a simple and rapid understanding of the state of damage to microorganisms.

研究分野：ポストハーベスト工学

キーワード：農産物の保存 食の安全 品質保持 微生物群集 殺菌

### 1. 研究開始当初の背景

収穫後農産物や食品製造における微生物学的な品質および安全性は、世界各国で発生している食中毒事故や腐敗による廃棄物量の増大への対策、さらには近年の本邦産農産物の輸出促進政策の早期目標達成や安全性を確保するための HACCP の段階的な義務化といった社会的背景から、高度な安全性確保と品質保持は、食品産業に従事する全ての関係者が、これまで以上に高い問題意識を以て取り組む必要がある課題である。微生物制御では、付けない、増やさない、殺す、という基本三原則の確実な実施が重要であるが、同時に、消費者の食に対する外観・食味・栄養機能に優れた高品質志向への要求をも満足させることが可能な食品を供給する必要がある。すなわち、可能な限り高い制菌効果(殺菌・除菌・静菌)と、ミニマムプロセスによる美味しさ・見た目・風味・高い栄養素の保持、という矛盾の解消を可能とする技術開発が古くより強く求められている。

これまでに研究代表者は、農産物の表面殺菌方法の確立や、腐敗原因となる微生物が形成するバイオフィルムの増殖特徴の把握と評価、ならびに除去法の確立について検討してきた。しかしながらこれらの研究で得られた結果から明らかになった課題は、不安定な増殖挙動を示す微生物群や通常の培地を用いた正常生育が困難である微生物群、いわゆる VBNC(Viable But Non Culturable)の存在が、安定した結果の取得を阻害していると考えられた。VBNC についてはその正常が不明確なものも多い。たとえば殺菌処理後に生残した微生物の多くは損傷した状態で存在するが、一般的な培養条件でこれらを全て把握するのは極めて難しい。そのため、食品の殺菌処理では、その効果を実際よりも高く見積もってしまい、保存性や安全性を正確に評価することが困難となっている。このような微生物群は、培地検出可能な微生物属種の増殖に影響を及ぼしている可能性のみならず、数多の微生物の共存、すなわち、全微生物群集の多様性の程度が、殺菌効果に加えて収穫後農産物の鮮度・品質・保存性に影響を及ぼしていることが考えられる。

このような難培養性の微生物を正確に把握し、保存性や安全性を高度に担保するデータの蓄積が重要である。しかしながら、収穫後農産物の保存性や品質について、VBNC や産生される諸物質との関連に着目した研究アプローチは先例が無い。いわゆる栄養素残存量や生理学的活性、生残菌数で評価される収穫後農産物の品質に関して、現状の評価系に留まらず、VBNC の動態と多様性を新たな評価ツールとして追加し、高精度かつ本質的な品質保持期間を決定するスキームの構築のために必須となる諸課題の解決が望まれる。

### 2. 研究の目的

収穫後農産物の品質低下による廃棄量の削減のためには、収穫後農産物の品質を正確に評価する必要があるが、微生物学的な品質は、保存性や安全性と密接な関係を有するため、これを高精度に評価しなければならない。これまでの微生物学的品質の評価においては、選択/非選択培地を用いた培養によって出現したコロニーを計数し、“生菌数”によって評価することが主流であった。検出された微生物については、遺伝子解析によって得られた情報から属種を同定することも可能であったが、培養可能な微生物のみの評価であり、収穫後農産物における安全性や保存性の正確な評価は困難であった。

本研究では、培地培養が容易な微生物のみならず、培養困難種も含めた、全微生物群を網羅的に把握し、微生物動態の解析、ストレスにさらされた場合の損傷菌の発生と回復、栄養等品質との関係、関連遺伝子群の発現、産生される物質群の検出と同定を行い、これらを系統的に評価するとともに、多様性解析を行うことで、収穫後農産物の高精度な保存性評価システムを構築することを目的とした。

### 3. 研究の方法

微生物叢動態の把握では、各種農産物に存在する細菌について、試料からめたゲノム DNA を抽出して解析する細胞濃縮法によって実施した。抽出バッファーとメルカプトエタノールとともに液体窒素によって凍結させた試料を粉碎し、濾過、遠心分離によって採取した細胞画分に対して、16S-rRNA の V3/V4 領域を PCR によって増幅させ、その産物を次世代シーケンサによって解析し、属レベルでのデータを取得した。また、統計ソフト R を用いて、成分分析を行い、菌叢解析ソフトである Qiime2 を用いて、Shannon 指数のレアファクションカーブを作成し、 $\alpha$  多様性を評価した。

培養を基本とした属種の同定については、標準寒天培地を用いて単離した細菌について、DNA 抽出、PCR による 16S-rDNA の増幅、サイクルシーケンサ反応、DNA シーケンサを用いた解析によって得られた遺伝子配列について、データベースとのマッチング解析を行うことで実施した。

農産物の保存性評価については、とくに、微小刺激の影響を検討するために、電場環境下における保存効果について、ピーマンを対象として検証を行った。各種の一般的な評価項目である、表面色(測色計)、糖酸度(糖酸度メータ)、質量損失(電子天秤)、硬度(レオメータ)、総ポリフェノール(フォーリンチオカルト法)、関係酵素の活性度(吸光度法)について、経時的にデ

ータ取得した。加えて、農産物の品質あるいは鮮度の保持に影響すると考えられる遺伝子について、リアルタイム PCR を用いた定量 PCR によって発現解析を行った。すなわち、液体窒素で凍結後のサンプルを粉砕し、RNA を抽出後、逆転写反応によって cDNA を合成した。これを鋳型とし、SYBR-Green を用いたリアルタイム PCR を実行して相対発現量を評価した。ハウスキーピング遺伝子としてユビキチン、標的遺伝子はペクチンメチルエステラーゼ (PME) とし、とくに硬度に影響を及ぼす細胞壁の変化について評価した。

ストレスに対する細菌細胞そのものの応答については、静水圧処理が細菌芽胞の損傷と不活性化及ぼす影響について検証した。芽胞形成させた *Bacillus* あるいは *Alicyclobacillus* に対して、静水圧あるいは界面活性剤が損傷に及ぼす影響について、復活培養時の吸光度測定による増殖モニタリングに加えて、近赤外分光分析を利用したスペクトル解析による核酸や芽胞の構成物質の非破壊測定を行うことで、外部ストレスによって生じる損傷と不活性化を評価した。

#### 4. 研究成果

##### (1) レタス保存における微生物叢の評価

低温 (7°C) および中温 (26°C) で保存した場合のレタスの微生物叢を図に示した。低温・中温ともに、*Pseudomonas* の相対存在比が最も高いことは明らかであったが、中温保存した場合、*Pseudomonas* の相対的な存在比が低くなったことから、腐敗の進行によって *Pseudomonas* の以外の細菌が旺盛に増殖したと考えられる。主成分分析によって細菌群集動態の傾向を評価したところ、対照区と低温保存では、サンプル間の細菌属構成比に大きなばらつきは認められなかったものの、中温保存したサンプルでは大きなばらつきがあることが確認された。同じ期間で保存しても貯蔵環境が劣悪であるほどサンプル間の細菌群集動態の傾向の違いが確認されたため、腐敗の進行によって多様な細菌叢が形成される可能性がある。すなわち、収穫後青果物の腐敗は単一の細菌ではなく、むしろ複数種細菌の増殖の影響が大きいと考えられた。

また、主成分分析によって細菌群集動態の傾向を評価した。図2は、保存温度および切断の有無による影響について、それぞれ、各細菌の存在割合および種数から細菌群集の傾向の違いを評価している。中温保存したサンプルは対照区と低温保存と比較して PC2 軸で発散していることが分かる。このことは、中温保存したものでは対照区と低温保存よりもサンプル間で細菌種構成が異なっていることを示しており、同じ期間で保存しても貯蔵温度が高い場合では、多種の中温細菌の増殖が促進されたと考えられた。すなわち、収穫後青果物が、25-30°Cの室温程度の環境に曝された場合、腐敗は単一の細菌ではなく、むしろ複数種細菌の増殖の影響が大きいと考えられる。

表1には、平板培養によって検出された細菌の属種同定の結果を示した。保存前で8種、低温 (7°C) 保存後には5種、中温 (26°C) 保存後には12種の細菌を検出した。保存温度が異なる場合でも、一部の属種は保存前と共通するものが確認されたが、保存によって新たな属種も確認することができた。すなわち、低温で保存した場合、生菌数は大きな差は生じないものの、属種数が少なくなる傾向である一方、中温で保存した場合は、生菌数、属種数ともに多くなると考えられた。中温保存では生菌数の増加に伴い優勢となる細菌の種類が増加し、保存前に検出された細菌の一部は劣勢になり、検出されなかったことが考えられる。一方で、低温保存後のレタスから同定された細菌の種類が保存前と比較すると少なくなっていた。これは、*Janthinobacterium* などの一部細菌は最適生育温度が 25°C程度であるため 7°C保存では劣勢となったからと考えられた。これらの結果は、平板培養による微生物の同定でも、細菌叢の変化は確認することが可能であるが、菌種構成比や難培養微生物の存在の有無は評価することはできず、一般生菌数の測定結果だけでは、青果物の保存性を正確に評価することはできないことを示すものである。

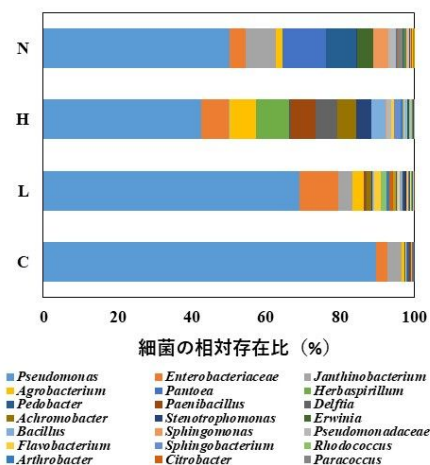


図1 貯蔵前後レタスの細菌存在比  
N:カット後 7°C・3日間保存; H: 26°C・7日間保存; L: 7°C・7日間保存; C: 保存前

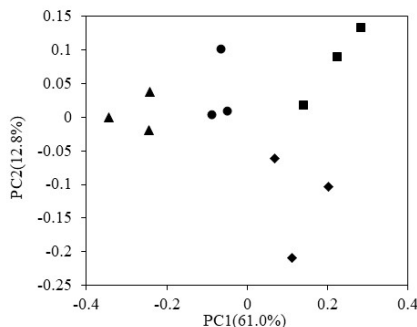


図2 貯蔵前後レタスの細菌群集の傾向  
:カット後 7°C・3日間保存; : 26°C・7日間保存; : 7°C・7日間保存; : 保存前

表1 貯蔵前後レタスから検出した培養可能細菌の属種

Control		26	
Genus	Species	Genus	Species
<i>Delftia</i>	<i>acidovorans</i>	<i>Duganella</i>	<i>zoogloeoides</i>
<i>Duganella</i>	<i>phyllosphaerae</i>	<i>Bacillus</i>	<i>megaterium</i>
<i>Duganella</i>	<i>zoogloeoides</i>	<i>Sphingobacterium</i>	<i>cladoniae</i>
<i>Janthinobacterium</i>	<i>aquaticum</i>	<i>Stenotrophomonas</i>	<i>chelatiiphaga</i>
<i>Janthinobacterium</i>	<i>psychrotolerans</i>	<i>Flavobacterium</i>	<i>chungbukense</i>
<i>Massilia</i>	<i>namucuoensis</i>	<i>Flavobacterium</i>	<i>psychrotorae</i>
<i>Bacillus</i>	<i>halotolerans</i>	<i>Curtobacterium</i>	<i>citreum</i>
<i>Chryseobacterium</i>	<i>arachidis</i>	<i>Curtobacterium</i>	<i>herbarum</i>
	7	<i>Microbacterium</i>	<i>foliorum</i>
<i>Duganella</i>	<i>phyllosphaerae</i>	<i>Paenibacillus</i>	<i>amylolyticus</i>
<i>Duganella</i>	<i>rivus</i>	<i>Agrobacterium</i>	<i>fabrum</i>
<i>Sphingobacterium</i>	<i>cladoniae</i>	<i>Achromobacter</i>	<i>marplatensis</i>
<i>Stenotrophomonas</i>	<i>bentonitica</i>		
<i>Flavobacterium</i>	<i>johnsoniae</i> subsp. <i>aurantiacum</i>		

### (2) 微小刺激環境下における青果物の保存特性

電場を発生した環境において、10°Cで保存したピーマンの PME 発現量の変化を図3に示した。8日目に対照区と電場処理区ともに PME 発現量が高く、PME の活性が上がり細胞壁分解が進んだと考えられる。しかし、12日目の対照区と電場処理区間に5%水準の有意差が認められ、電場区の PME 発現量は保存前と同程度まで低下していた。このことから、電場処理下で8~12日間貯蔵する間に PME 発現量が低下し、細胞壁分解が抑制されることが示唆された。12日間の保存により、対照区と電場処理区でのアスコルビン酸量および硬度については統計的に有意な差はみられなかったが、遺伝子の相対発現量は変化していたため、電場処理が青果物内部に影響をもたらしていると推察された。

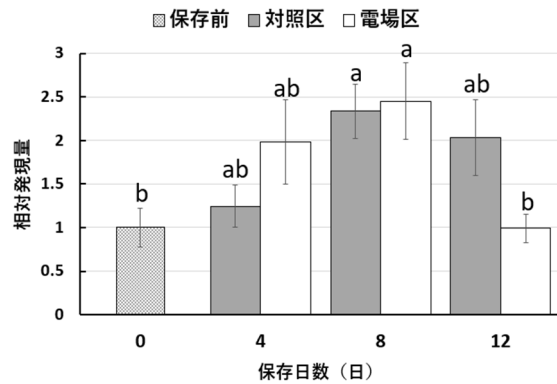


図3 交流電場環境下で10°C保存したピーマンのペクチンメチルエステラーゼ遺伝子発現量 (保存前の発現量を1としたときの相対量)

### (3) 物理ストレスが細菌の損傷と不活性化に及ぼす影響とその評価

対照区においては、常圧処理を行った後に加熱処理を行った場合(以下、加熱単独)と高圧処理を行った後に常温処理を行った場合(以下、高圧単独)では、生菌数の減少がほとんど確認されず、高圧処理を行った後加熱処理を行った場合(以下、高圧加熱併用)約1オーダーの生菌数減少が確認された。界面活性剤として利用した Tween80 添加区は、対照区とほぼ同様の傾向を示した。Tween20 添加区では、他の試験区と同様に加熱単独では生菌数の減少が確認されなかった一方、高圧単独で約1オーダー生菌数が減少し、さらに高圧加熱併用で約4オーダー生菌数が減少した(図4)。乳化剤の種類による効果の違いには HLB 値が関与していると推察

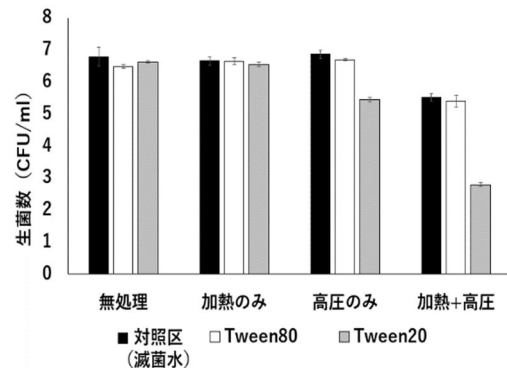


図4 *A. acidoterrestris* 芽胞の耐熱性低下に及ぼす乳化剤添加と高圧処理併用の影響

される。Tween20 は Tween80 よりも HLB 値が大きいことから、HLB 値の大きいものの方が高圧処理による細菌芽胞の耐熱性低下に効果的に作用すると考えられる。

各処理サンプルから得た近赤外吸収スペクトルを主成分分析した結果、プロットを高圧未処理区と高圧処理区に大別することができ、高圧処理によって PC1 の値が正の方向へ推移した。その後、第一主成分の因子負荷量を測定した結果、プロットの推移には疎水性官能基やタンパク質の構成に関与する官能基の寄与が大きいことが示唆された。このことから、高圧処理は細菌芽胞の脂肪酸部分やタンパク質に影響を及ぼすことが示唆された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 HAMANAKA DAISUKE、MORITA KOKI	4. 巻 27
2. 論文標題 Effect of High Hydrostatic Pressure Treatment Combined with Alkaline Electrolyzed Water on the Injury and Growth Characteristics of Bacterial Spores	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biocontrol Science	6. 最初と最後の頁 131 ~ 138
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4265/bio.27.131	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 濱中 大介、藤崎 洋	4. 巻 50
2. 論文標題 Bacillus cereus芽胞の耐熱性と抗生物質感受性に及ぼす高圧とアルカリ性電解水の併用処理の影響	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本防菌防黴学会誌	6. 最初と最後の頁 359 ~ 365
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Siti Aisyah A.、Hamaguchi Y.、Yoshida R.、Hamanaka D.	4. 巻 1336
2. 論文標題 Improving postharvest quality of tomato with the application of electric field treatment	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Acta Horticulturae	6. 最初と最後の頁 167 ~ 172
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.17660/ActaHortic.2022.1336.22	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 HAMANAKA DAISUKE、NAKA MASAKI、ARIMURA KYOHEI	4. 巻 26
2. 論文標題 Effect of the Combination of High Hydrostatic Pressure and Alkaline Electrolyzed Water on the Reduction of Heat Resistance of Bacterial Spores	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biocontrol Science	6. 最初と最後の頁 193 ~ 199
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4265/bio.26.193	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ramesh Rameel Kishore, Hinako Masumoto, Riichiro Yoshida, Daisuke Hamanaka	4. 巻 71
2. 論文標題 Effect of electric field on the physiological activity and quality of cherry tomato fruit	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Kyushu Branch of the Japanese Society of Agricultural Machinery and Food Engineers	6. 最初と最後の頁 16-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山崎晃介, 崎谷玲那, 鶴丸博人, 濱中大介	4. 巻 71
2. 論文標題 保存条件の違いが細菌叢変化に及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 九州農業食料工学会誌	6. 最初と最後の頁 21-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sijie Zhang, Risa Kuramoto, Weiguo Wu, Daisuke Hamanaka	4. 巻 30
2. 論文標題 Effects of ultraviolet irradiation on the quality and bacterial diversity of fresh-cut cabbage during storage	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Food Science and Technology Research	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3136/fstr.FSTR-D-23-00236	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yuko Hamaguchi, Riichiro Yoshida, Daisuke Hamanaka	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Effect of electric field treatment on postharvest quality of green bell pepper	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Acta Horticulturae	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計26件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 8件）

1. 発表者名 Daisuke Hamanaka
2. 発表標題 Electric fields: A potential technology for the shelf-life extension of fresh fruits and vegetables at postharvest stage
3. 学会等名 International Conference on Agricultural and Agro-Industry-ICAAI2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masakaze Imamura, Taiga Kuhara, Daisuke Hamanaka
2. 発表標題 Effect of the high hydrostatic pressure and food emulsifiers on the resistance of bacterial spores
3. 学会等名 International Conference on Agricultural and Agro-Industry-ICAAI2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masakaze Imamura, Daisuke Hamanaka
2. 発表標題 Effect of the combination of high hydrostatic pressure and food emulsifiers on the reduction of heat resistance of bacterial spores
3. 学会等名 21st World Congress of Food Science and Technology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Daisuke Hamanaka, Masakaze Imamura, Taiga Kuhara
2. 発表標題 Application of high hydrostatic pressure processing under 100MPa for bacterial inactivation and shelf-life extension of food products
3. 学会等名 21st World Congress of Food Science and Technology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 有吉成志朗, 今村仁風, 濱中大介
2. 発表標題 乳化剤を用いた高圧処理が <i>Alliicyclobacillus acidoterrestris</i> 芽胞の耐熱性に及ぼす影響
3. 学会等名 第76回九州農業食料工学会例会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藏元理彩, 濱中大介
2. 発表標題 保存中の紫外線照射が農産物の品質に及ぼす影響
3. 学会等名 第76回九州農業食料工学会例会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 濱中大介, 友松愛, 猪八重保志
2. 発表標題 細菌芽胞の水分と表面疎水性に及ぼすアルカリ性電解水と静水圧併用処理の影響
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第49回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 濱中大介, 山崎晃介
2. 発表標題 カット青果物の細菌叢変化に及ぼす保存条件の影響
3. 学会等名 第80回農業食料工学会年次大会
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 Abdullah Siti Aisyah, Daisuke Hamanaka
2. 発表標題 Influence of electric field treatment on quality attributes and microbial flora of tomato fruit stored at 20
3. 学会等名 第80回農業食料工学会年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 今村仁風, 久原大雅, 矢野大吉, 濱中大介
2. 発表標題 乳化剤存在下における高圧処理が細菌芽胞の耐熱性低下に与える影響
3. 学会等名 日本食品保蔵科学会第71回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 濱中大介, 久原大雅, 今村仁風, 矢野大吉
2. 発表標題 静水圧処理による食品の消費期限の延長効果
3. 学会等名 日本食品保蔵科学会第71回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小屋敷日菜子, 山崎晃介, 鶴丸博人, 濱中大介
2. 発表標題 洗浄殺菌が青果物の微生物叢に及ぼす影響
3. 学会等名 第75回九州農業食料工学会例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢野大吉, 今村仁風, 久原大雅, 濱中大介
2. 発表標題 乳化剤を用いた高圧処理がBacillus cereus芽胞の耐熱性に及ぼす影響
3. 学会等名 第75回九州農業食料工学会例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 濱口侑子, 吉田理一郎, 濱中大介, Abdullah Siti Aisyah
2. 発表標題 異なる電場環境がトマト果実に及ぼす影響
3. 学会等名 第75回九州農業食料工学会例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Siti Aisyah Abdullah, Daisuke Hamanaka, Yuko Hamaguchi, Riichiro Yoshida
2. 発表標題 Improving postharvest quality of tomato with the application of electric field treatment
3. 学会等名 ISHS Asia Symposium on Quality Management in Postharvest Systems 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Daisuke Hamanaka
2. 発表標題 Application of electric field in food supply chain
3. 学会等名 ISHS Asia Symposium on Quality Management in Postharvest Systems 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山崎晃介, 崎谷玲那, 鶴丸博人, 濱中大介
2. 発表標題 青果物に与えるストレスが細菌叢の変化に及ぼす影響
3. 学会等名 第79回農業食料工学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 今村仁風, 久原大雅, 濱中大介
2. 発表標題 食品用乳化剤添加が高圧処理による細菌芽胞の耐熱性低下に及ぼす影響
3. 学会等名 第79回農業食料工学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田知花, 有吉成志朗, 濱中大介
2. 発表標題 近赤外分光法による細菌芽胞の耐熱性低下メカニズム評価の検討
3. 学会等名 第77回九州農業食料工学会例会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鮫島陽佳, 藏元理彩, 濱中大介
2. 発表標題 保存中のトマト果実の細菌叢に及ぼす紫外線照射の影響とその要因の評価
3. 学会等名 第77回九州農業食料工学会例会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藏元理彩, 濱中大介
2. 発表標題 保存中の非正常温度条件がレタス細菌叢の多様性変化に及ぼす影響
3. 学会等名 農業環境工学関連学会2023合同大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 有吉成志朗, 濱中大介
2. 発表標題 食品用乳化剤が高圧処理による細菌芽胞の耐熱性低下に及ぼす影響
3. 学会等名 農業環境工学関連学会2023合同大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 瀧口侑子, 吉田理一郎, 濱中大介
2. 発表標題 ピーマン果実の細胞壁強度に及ぼす電場環境の影響と定量PCRによる関連遺伝子群の発現解析
3. 学会等名 農業環境工学関連学会2023合同大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuko Hamaguchi, Riichiro Yoshida, Daisuke Hamanaka
2. 発表標題 Effect of Electric Field Treatment on Postharvest Quality of Green Bell Pepper
3. 学会等名 The 4th Asian Horticultural Congress AHC2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Risa Kuramoto, Daisuke Hamanaka
2. 発表標題 Effects of temperature fluctuation on microbial flora of cut lettuce
3. 学会等名 The 4th Asian Horticultural Congress AHC2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 有吉成志朗, 濱中大介
2. 発表標題 乳化剤の添加が高圧処理によるAlicyclobacillus acidoterrestris芽胞の耐熱性低下に及ぼす影響
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第50回年次大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------