



② 食品機能性を活用したナスの新展開

信州大学大学院
農学研究科 准教授
(機能性野菜ナスコンソーシアム 創立)

中村 浩蔵

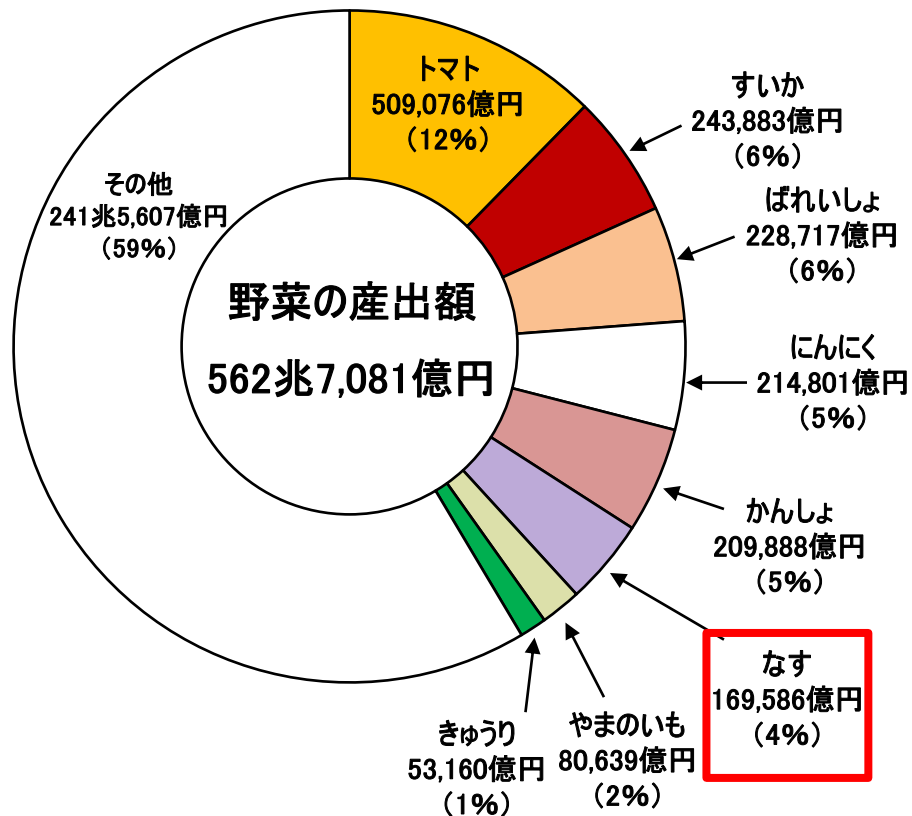


食品機能性を活用したナスの新展開

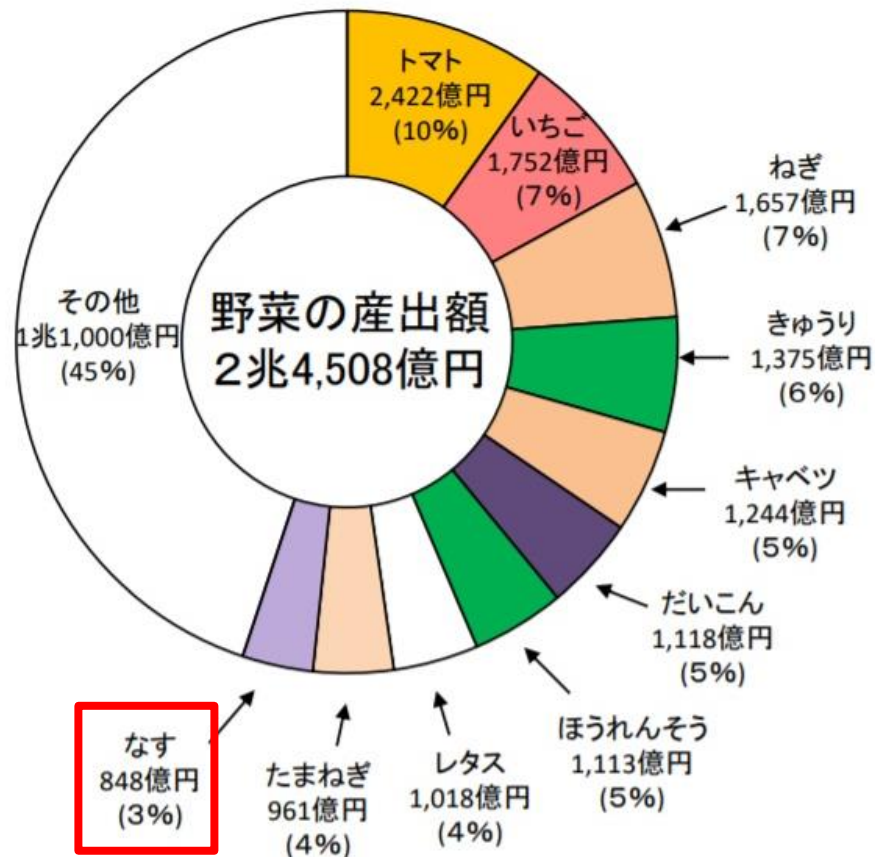
信州大学大学院農学研究科 准教授 中村浩蔵

品目別野菜産出額(世界、日本)

○ 品目別野菜産出額【世界】(平成29年)¹



○ 品目別野菜産出額【国内】(平成29年)²



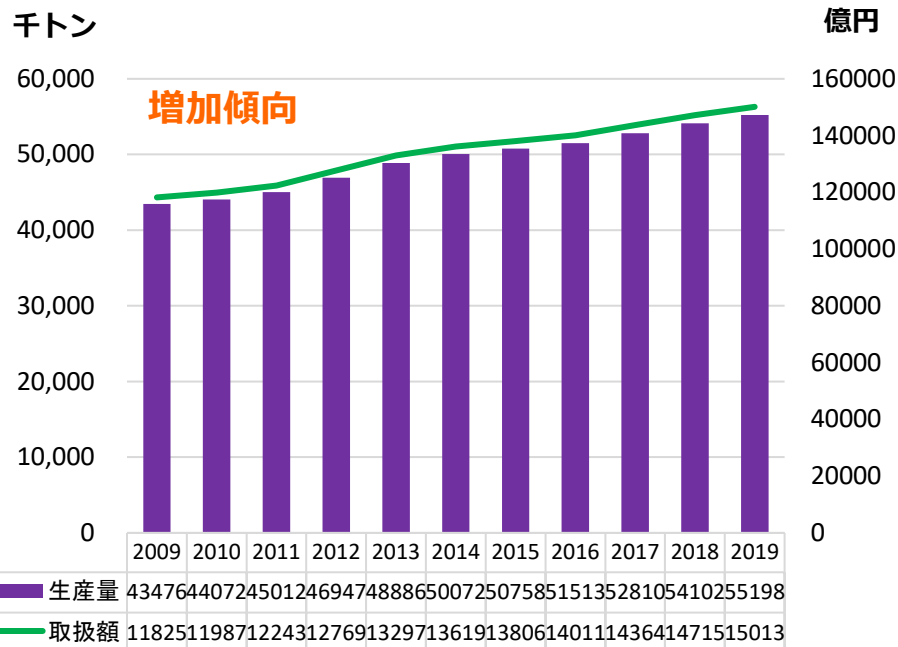
ナス産出額は世界6位、日本10位

1. 出荷量: FAOSTAT databaseより集計、取扱金額: 平成29年日本農業物価統計農業物価品目別価格指数より試算
2. 野菜をめぐる情勢(平成31年度4月農水省)記載グラフを転載

ナス市場規模(世界、日本)

■ 生産量 — 取扱額

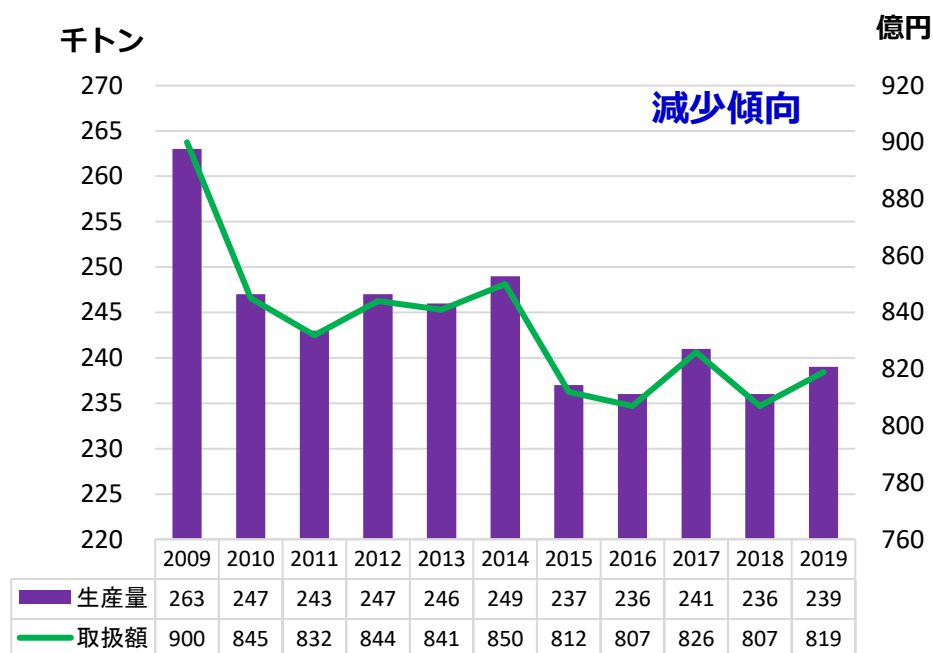
世界ナス生産量および推計取扱額推移²



取扱額(2019年)

15兆0,138億円

日本国内ナス生産量および推計取扱額推移¹



819億円

- ・【世界】ナスはヘルシーフード(食物繊維豊富・低カロリー)として注目され生産量増
- ・【日本】少子高齢化、人口減少、就業人口減少、不人気で生産量減
- ・H28生産量:ナス81、トマト100、ピーマン96 (H16-20の5年平均値100とした指数)³
- ・国産ナス輸出はゼロ、海外産ナス輸入(韓国・中国)の国内流通量シェア0.1%以下
- ・機能性で国産ナスを見直すチャンス

1. 出荷量:FAOSTAT databaseより集計、取扱金額:高知県農業振興部「H31高知県の園芸」H29韓国産ナス単価¥272/kgから試算

2. 出荷量:農林水産省「平成28年産野菜生産出荷統計」より引用、取扱金額:ALIC「平成25年度加工・業務用野菜仕入価格等調査」家計消費用ナス市場卸織価格¥342/kgから試算

3. 野菜の生産・消費動向レポート,平成31年2月,農林水産省生産局園芸作物課

都道府県別ナス出荷量、作付け面積、10a当たり収量

都道府県				夏秋			冬春				
	順位	出荷量t	割合	順位	出荷量t	割合	順位	出荷量t	割合	作付面積ha	10a収量kg
高知	1	37,200	15.7%				1	36,000	33.0%	318	12,400
熊本	2	31,600	13.4%	4	6,880	5.4%	2	24,700	22.6%	418	8,180
群馬	3	23,700	10.0%	1	17,600	13.8%	5	6,110	5.6%	525	5,280
茨城	4	15,800	6.7%	2	15,500	12.2%				426	4,200
福岡	5	15,500	6.6%				3	12,900	11.8%	230	7,260
栃木	6	11,500	4.9%	3	9,630	7.6%	9	1,870	1.7%	335	3,970
愛知	7	10,900	4.6%	9	3,780	3.0%	4	7,140	6.5%	241	5,190
埼玉	8	7,340	3.1%	6	6,130	4.8%				271	3,440
大阪	9	6,520	2.8%				6	4,290	3.9%	98	6,800
京都	10	6,410	2.7%	5	6,370	5.0%				168	4,430
全国		236,400			127,300			109,100		8,420	3,530

ナス需要低迷の原因考察



▼ 子供の嫌いな野菜ナス 【好きな野菜にはランクインせず】

6位(2012)→ 4位(2013)→ 4位(2014)→ 6位(2015)→ 8位(2016)→ 9位(2017)
→ 9位(2018)→ 6位(2019)→ 8位(2020)→ **2021ランク外**

▼ 大人の嫌いな野菜ナス 6位(2012)→ 6位(2015) 他ランク外

△ 大人の好きな野菜ナス <野菜と家庭菜園に関する調査、タキイ種苗>

9位(2012)→ 8位(2013)→ 7位(2014)→ 8位(2015)→ 8位(2017)→ 9位(2018)
→ 6位(2019)→ 10位(2021) 2016、2020ランク外

栄養成分、機能性成分が乏しいナス

(100gあたり)

		エネルギー	水分	たんぱく質	脂質	炭水化物	無機質					ビタミン				食物繊維総量
							ナトリウム	カリウム	カルシウム	カルコテン	Aレチノール当量	B1	B2	ナイアシン	C	
		Kcal	g	g	g	g	mg	mg	mg	μg	μg	mg	mg	mg	mg	g
ナス	生	22	93.2	1.1	0.1	5.1	Tr	220	18	100	17	0.05	0.05	0.5	4	2.2
	ゆで	19	94.0	1.0	0.1	4.5	1	180	20	98	16	0.04	0.04	0.4	1	2.1

資料:「五訂日本食品標準成分表」科学技術庁資源調査会編、注:Tr→微量。含まれているが成分の記載限度に達していないもの。

高機能性野菜の人気

<2015年度野菜と家庭菜園に関する調査、タキイ種苗、2015>

○ 高機能成分含有野菜の摂取経験者: 35.4%増加(前年比)

○ 高機能成分含有野菜を食生活に摂り入れたい: 78.0%

⇒ ナスを高機能性野菜にできれば需要が期待



ナスは機能性野菜！

キーワード

血圧改善
気分改善
コリンエステル

3

すべての人に
健康と福祉を



機能性野菜として皆さんの
健康に役立ちます

12

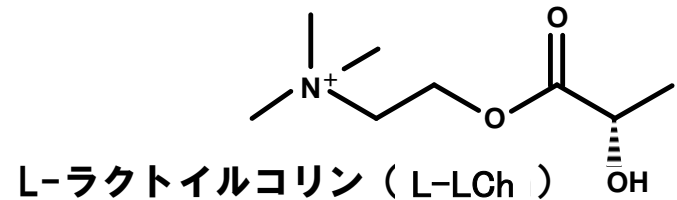
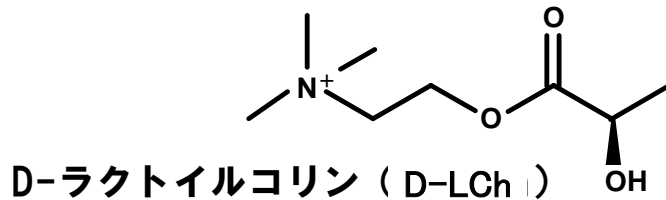
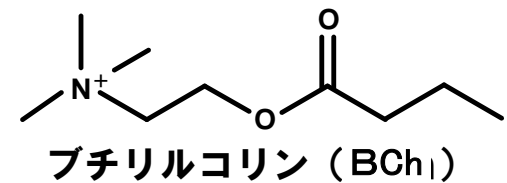
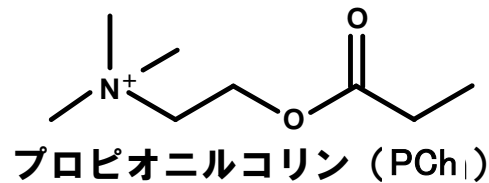
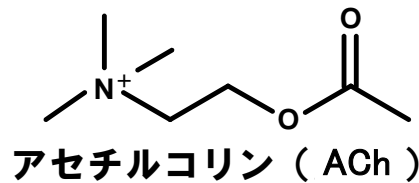
つくる責任
つかう責任



未利用ナスを機能性食
品として有効活用します

SDGs目標達成に貢献する野菜です

新規な食品機能性成分「コリンエステル」



安全性

豊富で長い食経験

機能性

自律神経活動調節に基づく

血圧改善、抗炎症、抗ストレス、気分改善、快眠など

新しい価値

新規機能性成分の新規作用機序に基づく新規食品

乳酸発酵ソバspraut

◎ <ソバ+漬物> 地域資源の組み合わせによる価値の創造
食経験がある「ソバ茎葉」を伝統的な「乳酸発酵」で加工した食品

タデ科ソバ属普通ソバ (*Fagopyrum
esculentum*)植物体の乳酸発酵物



ソバspraut



破碎

乳酸発酵
塩を使わない
「すんき漬」製法



約2週間



乳酸発酵ソバspraut

乳酸発酵ソバspraut特徴

- 降圧作用
- 血管拡張
- コリンエステル

ソバ発酵技術を利用した血圧降下作用を有する
機能性食品素材の開発

平成26年度戦略的基盤技術高度化支援事業(事業番号2630810083)



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Food Chemistry

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodchem

Short communication

Identification of natural lactoylcholine in lactic acid bacteria-fermented food



Kozo Nakamura^{a,b,*}, Sho Okitsu^a, Ryuya Ishida^a, Su Tian^c, Naoki Igari^d, Yoshihiko Amano^e

^a Department of Bioscience and Biotechnology, Graduate School of Agriculture, Shinshu University, 8304 Minamiminowa Village, Nagano, Japan

^b Institute of Agriculture, Academic Assembly, Shinshu University, 8304 Minamiminowa Village, Nagano, Japan

^c Department of Nutrition and Food Hygiene, School of Public Health, Hebei Medical University, Hebei 050017, China

^d Research and Development Department, Daiwa Pharmaceutical Co., Ltd., 1-16-19, Sangenjaya, Setagaya-ku, Tokyo, Japan

^e Institute of Engineering, Academic Assembly, Shinshu University, 4-17-1 Wakasato, Nagano City, Nagano, Japan

ARTICLE INFO

Article history:

Received 6 July 2015

Received in revised form 5 December 2015

Accepted 13 January 2016

Available online 14 January 2016

Keywords:

Acetylcholine

Lactoylcholine

Isolated purification

Lactic-fermentation food

Blood pressure-lowering food

ABSTRACT

Acetylcholine (AcCh) is a major neurotransmitter and an agonist of nicotinic and muscarinic receptors in non-neuronal systems. Artificially synthesized lactoylcholine (LaCh) has potent nicotinic activity equal to that of AcCh. In this study, we report the isolation and purification of natural AcCh and LaCh from a lactic-fermented food known to reduce blood pressure. To our knowledge, we are the first to isolate natural LaCh. The choline esters were isolated using a novel purification procedure combining a weak cation-exchange cartridge with ODS and pentafluorophenyl HPLC columns, and the structure of LaCh was identified via various analyses. Assessment of D- and L-LaCh showed that the isolated LaCh was an enantiomer mixture with a D/L ratio of 1.6. D-LaCh induced vasorelaxation of thoracic aortas from spontaneously hypertensive rats ($EC_{50} = 3.83 \times 10^{-7}$ M), while L-LaCh did not. Our results suggest that choline esters could be new functional ingredients in lactic-fermented foods.

© 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Web of Science、食品科学・技術分野で
2020年インパクトファクター 7.514, 5年インパクトファクター 7.516, 上位4.9% (7/143)

2016.1.13受理、2021.6.15公表

ナス高機能化プロジェクト

農研機構生研支援センター

革新的技術開発・緊急展開事業(うち経営体強化プロジェクト)

新規機能性成分によるナス高付加価値化のための機能性表示食品開発

研究期間 2017～2019年度 事業費1.3億円

達成目標 機能性表示食品制度への届出により、農林水産物の持つ健康維持・増進に資する機能性を表示し、収益を2割向上させる。事業終了後1年以内に、機能性表示食品制度への届出を開始する。

達成状況 2020年7月20日、本発表の臨床試験で使用したナスサプリメント、ナス漬物、生鮮ナスが機能性表示食品として受理された(関与成分:ナス由来コリンエステル(アセチルコリン)、機能性:拡張期血圧改善)。2021年3月15日から機能性表示生鮮ナス「高知なす」が販売開始。

ナス高機能化コンソーシアム: 信州大学、高知県農業技術センター、北海道情報大学、農研機構野菜花き研究部門、(株)サラダコスモ、(株)ADEKA、倉澤正俊(農業者)

協力機関: 安芸農業振興センター、JA高知県、島貿易(株)、三井食品工業(株)、(株)ウェルナス
母体となる「知」の集積と活用の場研究開発プラットフォーム: 信州大学 食・農産業の先端学際研究開発プラットフォーム、健康長寿社会の実現に向けたセルフ・フードプランニング研究開発プラットフォーム

研究代表: 信州大学学術研究院農学系 中村浩蔵

ナス高機能化プロジェクトメンバー

ナス高機能化コンソーシアム

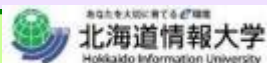
ナス生産



好適品種選定
高品質栽培法の開発

倉澤 正俊

好適品種の高品質実証栽培



臨床試験実施
とデータ取得



研究
代表

コリンエステル定量
非破壊測定、加工法検討



コリンエステル蓄積メカニズム解明

食品製造



ナス加工食品開発素材化技
術開発



生鮮ナス加工食品開発
機能性表示食品届出書類作成



生鮮ナス試験販売、普及



ナス加工食品試験販売、普及

協力機関

信州大学 食・農産業の先端学際研究開発プラットフォーム

健康長寿社会の実現に向けたセルフ・フードプランニング研究開発プラットフォーム

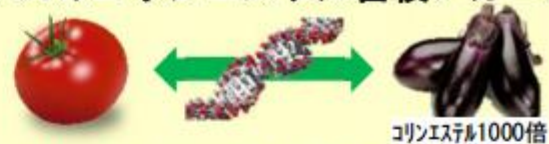
研究実施内容

1 食味試験と機能性成分に基づく好適品種の選定



- ・様々な栽培品種のコリンエステルと食味調査
- ・機能性表示食品開発に適したナス品種選定

2 ナスのコリンエステル蓄積メカニズム解明



- ・コリンエステルの分布、成長変化調査
- ・コリンエステルの種・品種間多様性調査
- ・関連遺伝子発現酵素活性の比較など

3 食味と機能性成分を確保する生産効率の高い栽培技術と非破壊選別



- ・好適品種の高効率・高品質栽培試験

- ・コリンエステル非破壊測定法開発



- ・指定地域で好適品種実証栽培

4 機能性表示食品用ナス生鮮食品とナス加工食品の開発



5 機能性表示食品としての有効データを示すための臨床試験



- ・動物試験（安全性、メカニズム推定、用量設定）

- ・臨床試験（エビデンス取得）

6 普及支援業務

- ・成果のメディア露出

ナスに大量の神経伝達物質 信州大発見、ピーマンの1000倍
19/12/19 12:21 日本経済新聞 電子版



信州大学農学部の中村浩昭准教授は、ナスに神経伝達物質のアセチルコリンが大量に含まれていることを発見した。ピーマン、ニンジンなどの果実物に比べて1000倍以上含まれているという。今後、機能性表示食品として登録を目指す。

<http://www.nikkei.com/article/DGXLZ0112322002Z1C16A2CR8000/>

- ・イベント出展



- ・試験販売による消費動向調査（非機能性表示）



機能性表示食品届出

機能性関与成分の定量分析

LC-MS/MSシステム(島津、LC2040C+LCMS8045T)



機能性表示分析可能なのは、現在、信州大学だけ

測定実績 (H29.10.4-R3.11.10)

測定サンプル数: 1710サンプル インジェクション数: 6100回

技術供与できます

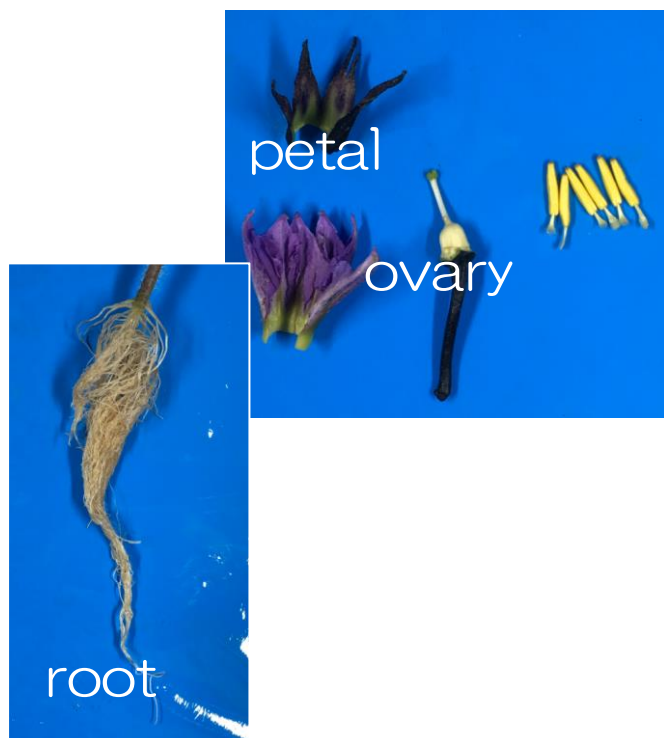
栽培作物のコリンエステル含有量比較



**コリンエステル
他の栽培作物の約3,000倍含有**

コリンエステル含量の調査(組織別、成長段階、種別)材料

組織別



ステージ別



ナス (千両二号)

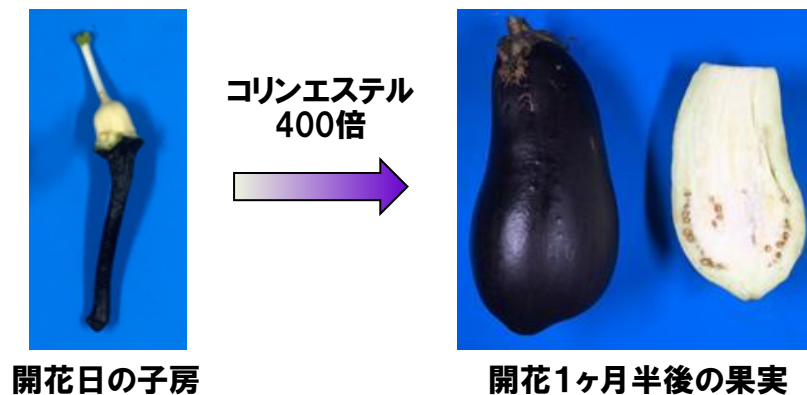
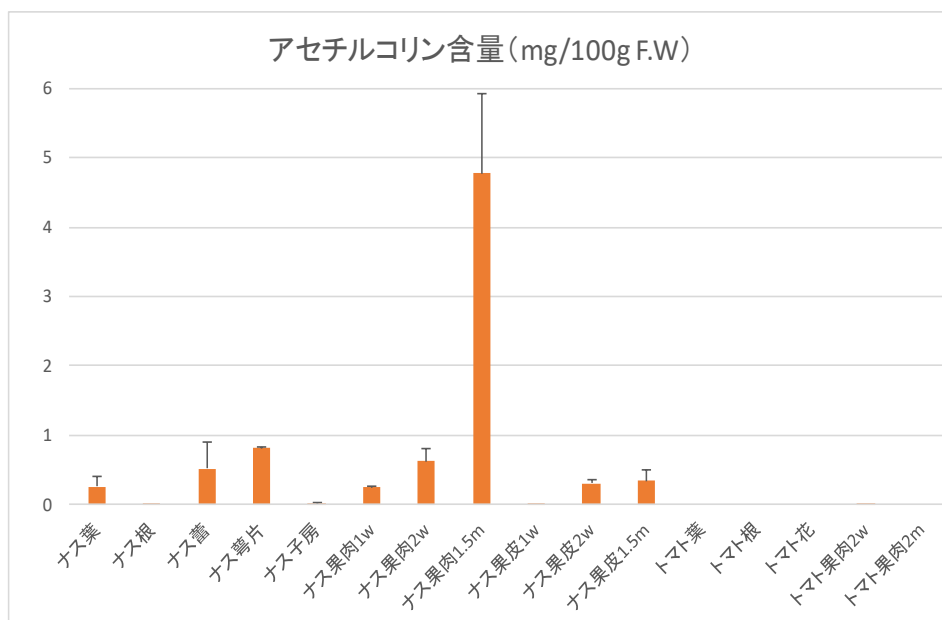
萼片・子房・葉・根・蕾 (開花前) ・果皮・果肉 (1w/2w/1.5m)

トマト (ホーム桃太郎)

葉・根・花・果実 (2w/2m)

機能的成分コリンエステルの分布と果実への蓄積

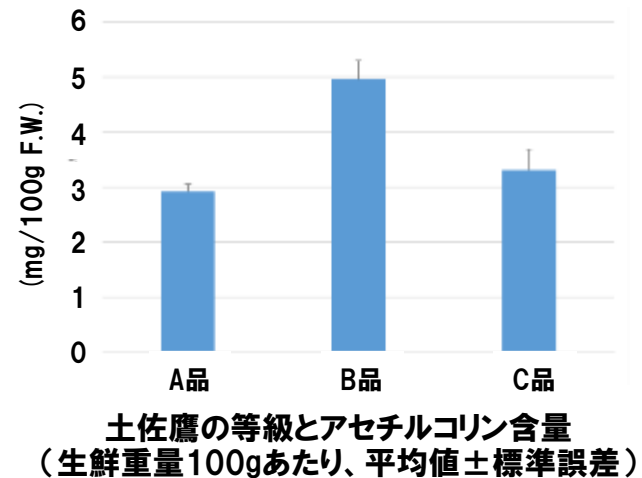
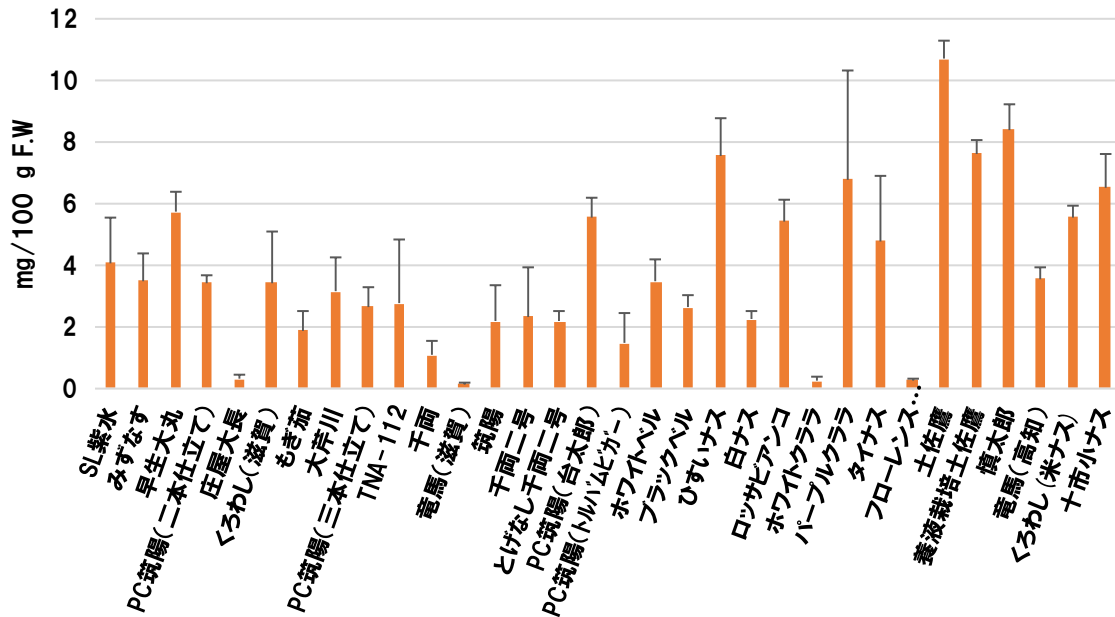
ナス試料のアセチルコリン(コリンエステルの99%以上)を定量し、ナスのコリンエステル分布と蓄積に関する研究成果を得た。分析試料：(国研)農業・食品産業技術総合研究機構 野菜花き研究部門 栽培の千両二号。



- ・ アセチルコリンは、ナスの果実に最も多く、葉、果皮、蕾や萼片にも存在
- ・ ナス果実のコリンエステルは、ナス果実の成長と共に増加し1.5ヵ月で400倍
- ・ 同じナス科の野菜であるトマトでは、どの部位にもほとんど存在しない

品種、等級によるコリンエステル含量差異

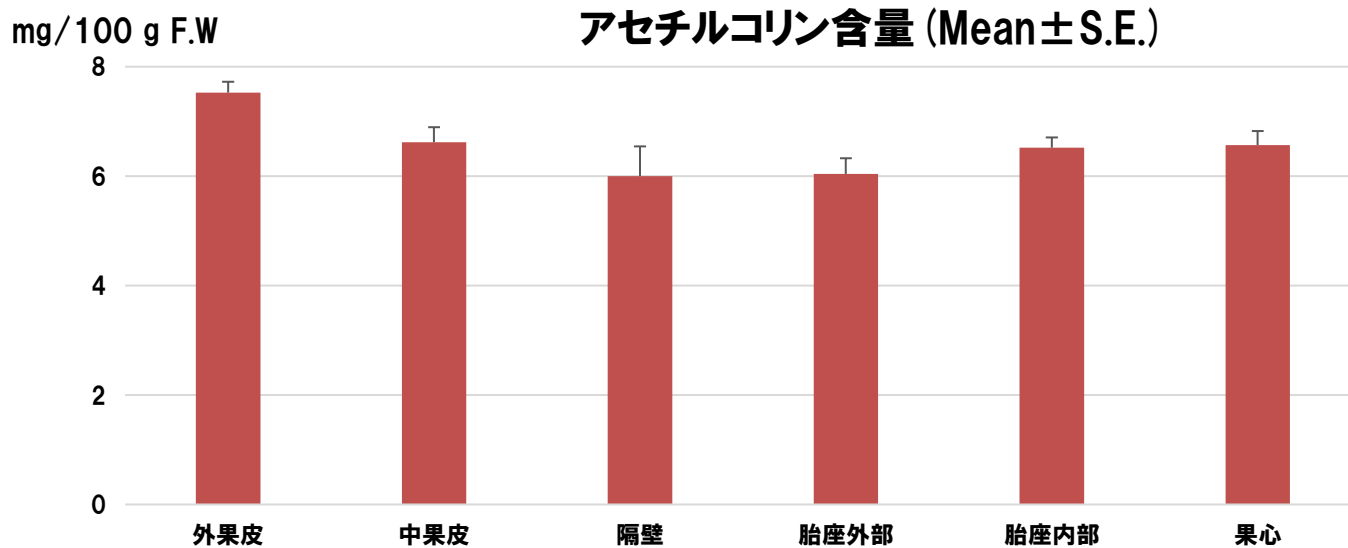
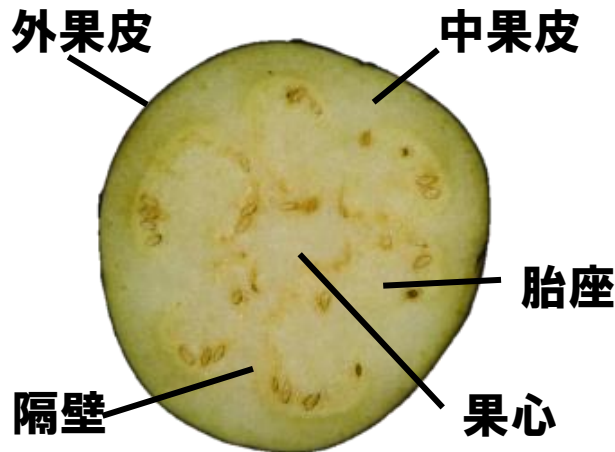
ナス品種、等級によるアセチルコリン含量の差異を調査。分析試料：コンソーシアム構成員(高知県農業技術センター、倉澤農園)、外部機関(タキイ種苗(株)、藤田種子(株))栽培の、国産品種・外来品種31種類および倉澤農園栽培の土佐鷹のA、B、C品(独立3株からの1果実の平均 $n = 3$)。



ナス品種のアセチルコリン含量(生鮮重量100gあたり、平均値±標準誤差)

- **品種間のアセチルコリン含量に大きなばらつき**
 平均: 3.3 mg/100g F.W.、最大: 11±0.61 mg/100g F.W. (土佐鷹)
 最小: 0.11±0.046 mg/100g F.W. (竜馬、夏秋栽培)
- 等級による有意差はないが、B品以下のナス果実にA品以上のアセチルコリンを含有

ナス果実コリンエステル分布



Article

LC–MS/MS Analysis of Choline Compounds in Japanese-Cultivated Vegetables and Fruits

Wenhao Wang ¹, Shohei Yamaguchi ¹, Masahiro Koyama ², Su Tian ³, Aya Ino ⁴, Koji Miyatake ⁵ and Kozo Nakamura ^{1,6,*}

- ¹ Department of Science and Technology, Graduate School of Medicine, Science and Technology, Shinshu University, 8304, Minamiminowa, Nagano 399-4598, Japan; 20hs502e@shinshu-u.ac.jp (W.W.); 19hs505d@shinshu-u.ac.jp (S.Y.)
 - ² Wellnas Co., Ltd., Toranomon Masters Building 6F, 1-12-14, Toranomon, Minato-ku, Tokyo 105-0001, Japan; mkoyama32@wellnas.biz
 - ³ Department of Nutrition and Food Hygiene, School of Public Health, Hebei Medical University, Shijiazhuang 050017, China; sutianjia@yahoo.co.jp
 - ⁴ Kochi Agricultural Research Center, 1100 Hataeda, Nankoku, Kochi 783-0023, Japan; aya_ino@ken4.pref.kochi.lg.jp
 - ⁵ Institute of Vegetable and Floriculture Science, NARO, 360 Kusawa, Ano-cho, Tsu, Mie 514-2392, Japan; miya0424@affrc.go.jp
 - ⁶ Institute of Agriculture, Academic Assembly, Shinshu University, 8304, Minamiminowa, Nagano 399-4598, Japan
- * Correspondence: knakamu@shinshu-u.ac.jp; Tel./Fax: +81-265-77-1638

Web of Science、食品科学・技術分野で
2020年インパクトファクター 4.350, 5年インパクトファクター 4.957, 上位25.9% (37/143)

2020.7.29受理、2021.7.31公表

Article

Investigation of the Distribution and Content of Acetylcholine, a Novel Functional Compound in Eggplant

Wenhao Wang ¹, Shohei Yamaguchi ¹, Ayako Suzuki ², Naomi Wagu ³, Masahiro Koyama ⁴, Akihiko Takahashi ⁵, Risa Takada ⁶, Koji Miyatake ⁷ and Kozo Nakamura ^{1,3,8,*}

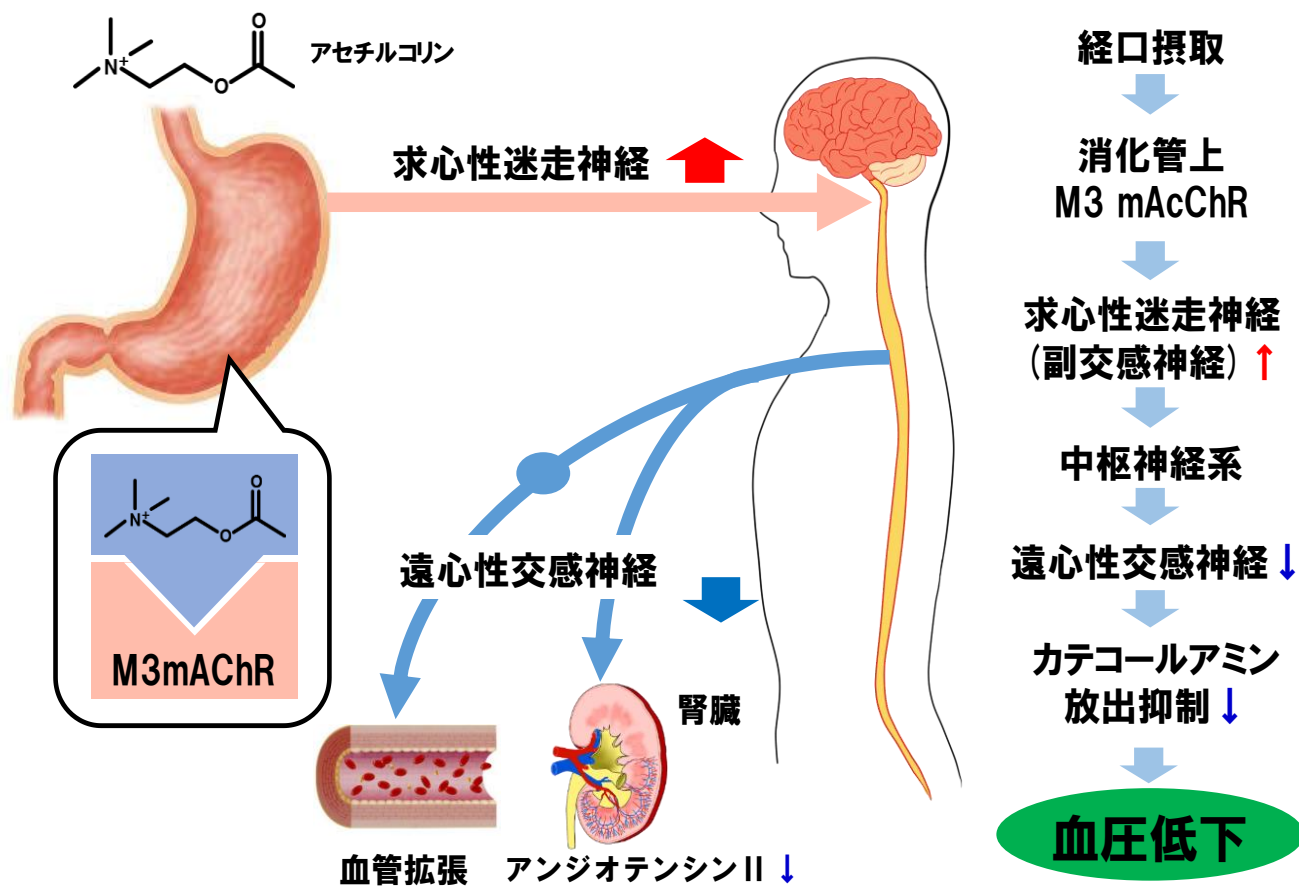
- ¹ Department of Science and Technology, Graduate School of Medicine, Science and Technology, Shinshu University, 8304, Minamiminowa, Nagano 399-4598, Japan; 20hs502e@shinshu-u.ac.jp (W.W.); 19hs505d@shinshu-u.ac.jp (S.Y.)
- ² Midorigaoka Junior High School, 426, Kega, Iida, Nagano 395-0813, Japan; suzuki.ayako@ed.iidanet.jp
- ³ Department of Bioscience and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Shinshu University, 8304, Minamiminowa, Nagano 399-4598, Japan; wagu@shinshu-u.ac.jp
- ⁴ Wellnas Co., Ltd., Toranomon Masters Building 6F, 1-12-14, Toranomon, Minato-ku, Tokyo 105-0001, Japan; mkoyama32@wellnas.biz
- ⁵ Kochi Agricultural Research Center, 1100 Hataeda, Nankoku, Kochi 783-0023, Japan; akihiko_takahashi@ken4.pref.kochi.lg.jp
- ⁶ Saladcosmo. Co., Ltd., 1-15, Sendabayashi, Nakatsugawa, Gifu 509-9131, Japan; saladlab@saladcosmo.co.jp
- ⁷ Institute of Vegetable and Floriculture Science, NARO, 360 Kusawa, Ano-cho, Tsu 514-2392, Mie, Japan; miya0424@affrc.go.jp
- ⁸ Institute of Agriculture, Academic Assembly, Shinshu University, 8304, Minamiminowa, Nagano 399-4598, Japan
- * Correspondence: knakamu@shinshu-u.ac.jp; Tel./Fax: +81-265-77-1638

Web of Science、食品科学・技術分野で
2020年インパクトファクター 4.350, 5年インパクトファクター 4.957, 上位25.9% (37/143)

2020.12.23受理、2021.1.4公表

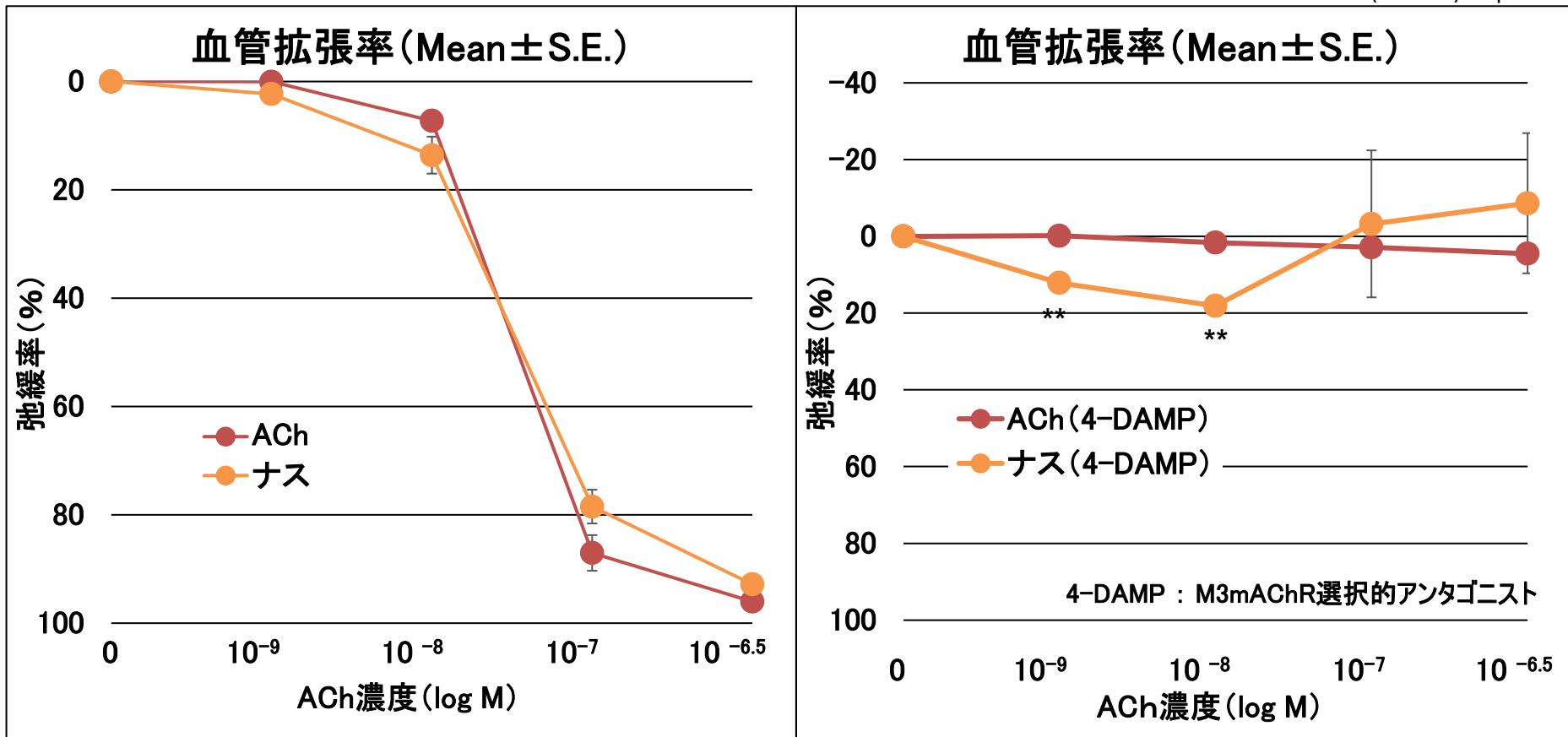
高血圧自然発症ラットにおけるナス降圧作用

ナス凍結乾燥粉末が、極めて少ない摂取量(1日あたりアセチルコリン 10^{-8} mol/kg相当のナス凍結乾燥物)で降圧効果を引き起こすことを、高血圧自然発症ラットで明らかにした。作用メカニズムは、アセチルコリンが消化管上のM3型ムスカリン性アセチルコリン受容体(M3mAChR)に作用し副交感神経(迷走神経)活動を亢進、交感神経活動を抑制して昇圧性のカテコールアミン放出を抑制し、血圧が低下したものと推定した。



ナス凍結乾燥粉末の血管等尺性張力試験(SHR胸部大動脈)

t-test(VS cont) **p<0.01



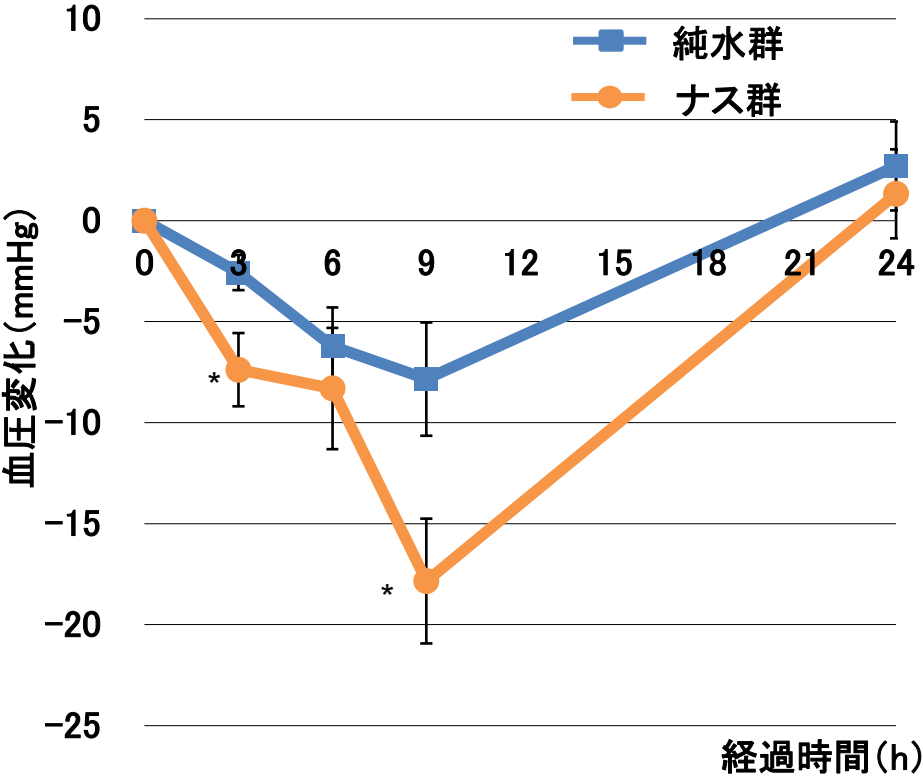
- ナスはAChと同等の血管拡張作用を示した
- 4-DAMP共存下ではAChの血管拡張作用が消失、ナスの拡張作用が減弱した

ナス凍結乾燥粉末の単回経口投与試験結果(SHR)

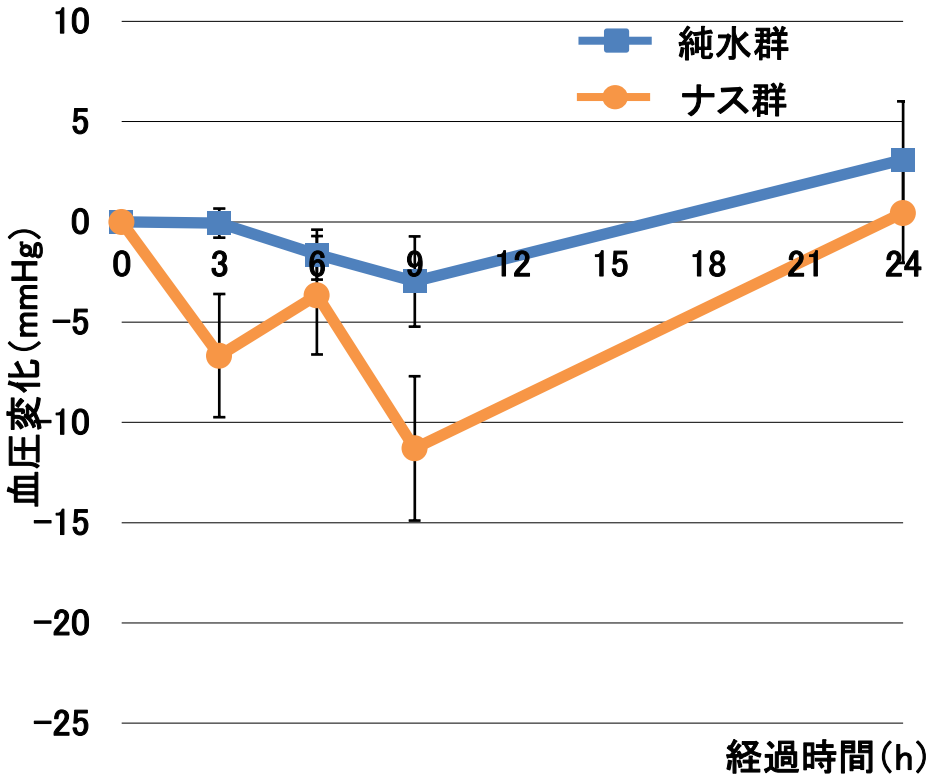
ACh10⁻⁹ mol/kg相当

t-test(VS cont) *p<0.05

収縮期血圧変動 (Mean ± S.E.)



拡張期血圧変動 (Mean ± S.E.)



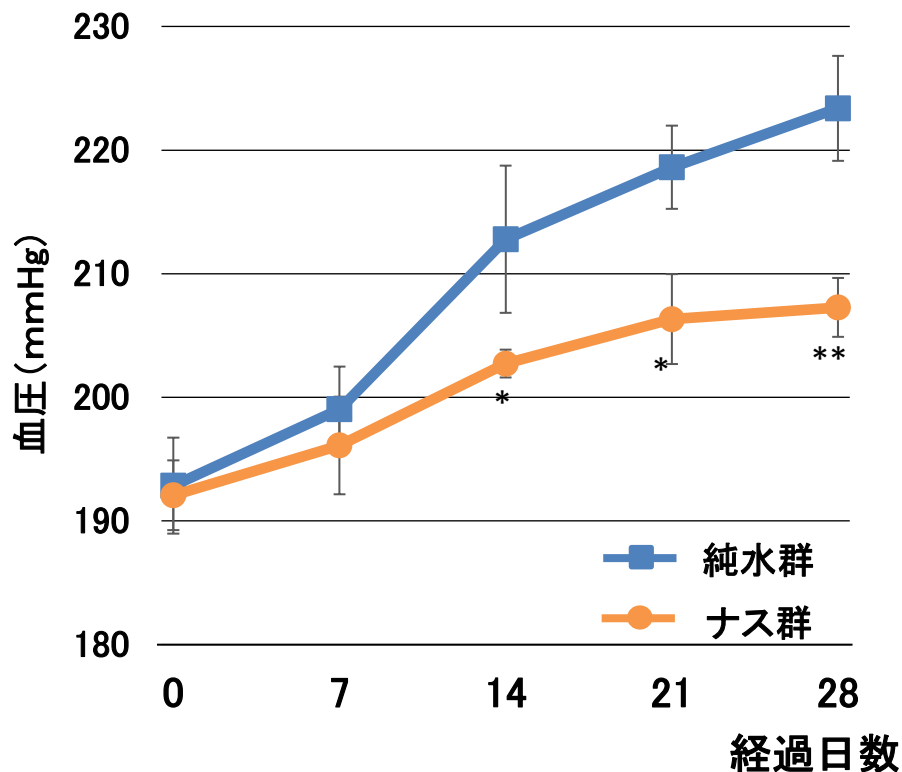
- ナス群で投与3時間後と9時間後に純水群と比較して、収縮期血圧が有意な低下、拡張期血圧が低下傾向を示した

ナス凍結乾燥粉末の反復経口投与試験結果(SHR、血圧)

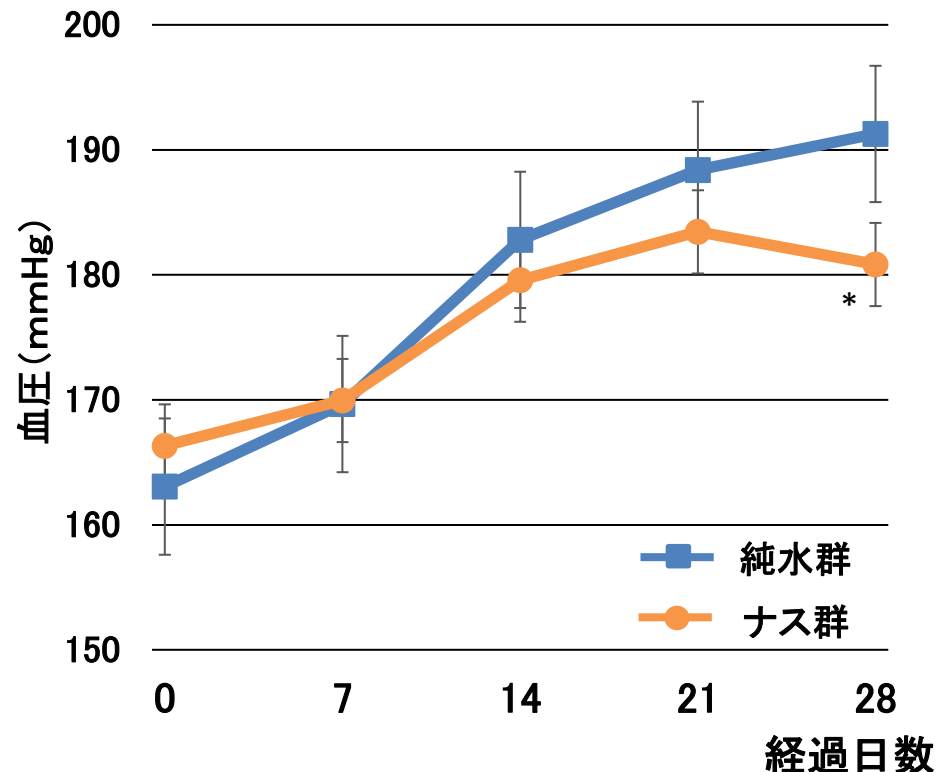
ACh 10^{-8} mol/kg相当

t-test(VS cont) *p<0.05**p<0.01

収縮期血圧変動 (Mean ± S.E.)



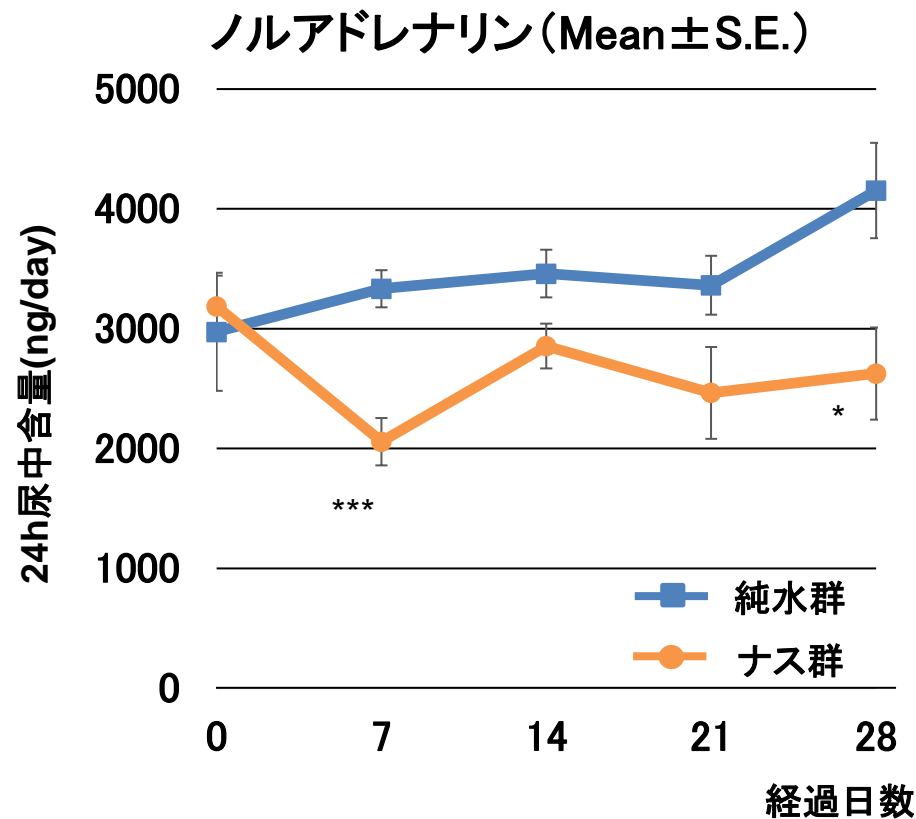
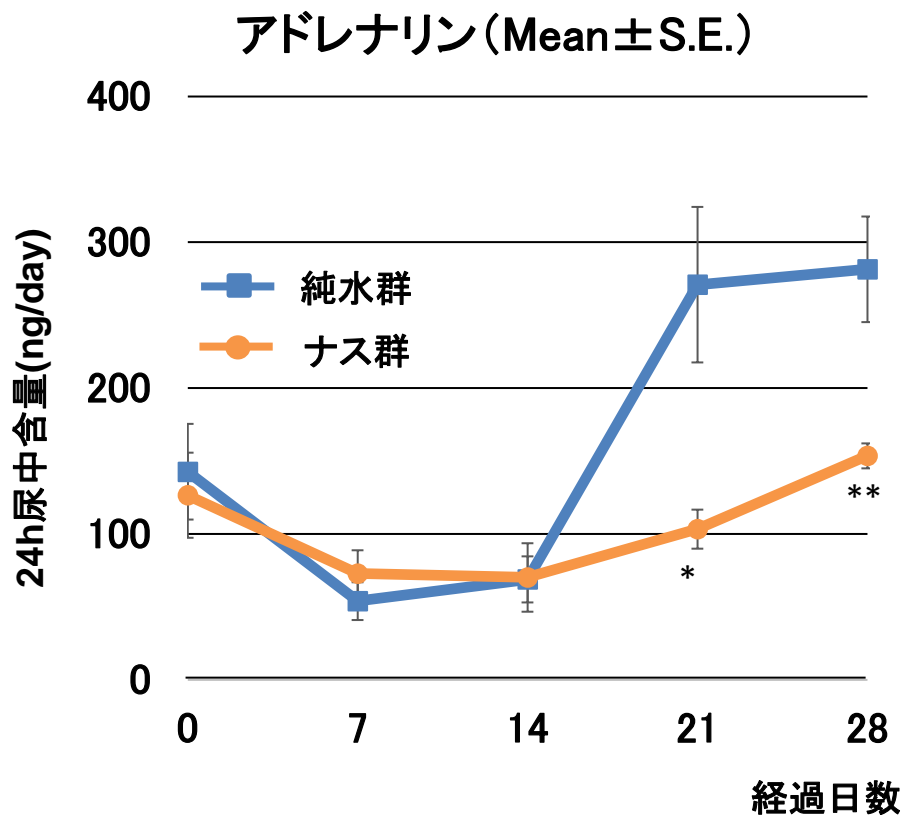
拡張期血圧変動 (Mean ± S.E.)



- ナス群で収縮期血圧が14日目から28日目、拡張期血圧が28日目で純水群と比較して有意な低値を示した

ナス凍結乾燥粉末の反復経口投与試験結果(SHR、カテコールアミン)

t-test(VS cont) *p<0.05**p<0.01***p<0.001



- 純水群と比較してナス群の両カテコールアミン量が有意な低値を示した



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Food Chemistry

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodchemAntihypertensive effects of orally administered eggplant (*Solanum melongena*) rich in acetylcholine on spontaneously hypertensive ratsShohei Yamaguchi^a, Kento Matsumoto^a, Masahiro Koyama^b, Su Tian^c, Masanori Watanabe^d, Akihiko Takahashi^e, Koji Miyatake^f, Kozo Nakamura^{a,g,*}^a Department of Agriculture, Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, 8304, Minamiminowa, Nagano 399-4598, Japan^b Wellnas. Co., Ltd., 508-2, Fii Building, 3-15-1, Tokida, Ueda, Nagano 386-8567, Japan^c Department of Nutrition and Food Hygiene, School of Public Health, Hebei Medical University, Hebei 050017, China^d Department of Food, Life and Environmental Science, Faculty of Agriculture, Yamagata University, 1-23 Wakaba-machi, Tsuruoka, Yamagata 997-8555, Japan^e Kochi Agricultural Research Center, 1100 Hataeda, Nankoku, Kochi 783-0023, Japan^f Institute of Vegetable and Floriculture Science, NARO, 360 Kusawa, Ano-cho, Tsu, Mie 514-2392, Japan^g Institute of Agriculture, Academic Assembly, Shinshu University, 8304, Minamiminowa, Nagano 399-4598, Japan

ARTICLE INFO

Keywords:

Eggplant
Acetylcholine
Blood pressure
Spontaneously hypertensive rats
Catecholamine

ABSTRACT

Our previous results (Nakamura et al., 2013, 2016) indicated that acetylcholine (ACh) in orally administered foods exerts antihypertensive effects. Eggplants (*Solanum melongena*) contain abundant ACh (Horiuchi et al., 2003), and their food functionality was discovered, using spontaneously hypertensive rats, by measuring blood pressure after oral administration of a suspension of lyophilized eggplant powder. We found that lyophilized eggplant powder induced significantly lowered acute and chronic blood pressure levels at very low doses of 0.0650 mg/kg body weight (b.w.) and 0.821 mg/(kg b.w.·day), respectively. Chronic administration suppressed adrenaline and noradrenaline excretion in the urine, and aorta assays showed that eggplant acted on the M3 muscarinic ACh receptor (M3 mAChR). ACh was conclusively shown to function as the main component of eggplant contributing to antihypertensive activity by suppressing sympathetic nervous activity via M3 mAChR. This report reveals a new food functionality of eggplant and its potential as a novel antihypertensive food.

Web of Science、食品科学・技術分野で
2020年インパクトファクター 7.514, 5年インパクトファクター 7.516, 上位4.9% (7/143)

2018.10.3受理、2019.3.15公表

経口投与アセチルコリンの高血圧状態に特異的な降圧作用

アセチルコリンの経口投与により、高血圧ラットでは交感神経性昇圧物質(ノルアドレナリン)排泄量と血圧が低下したが、正常血圧ラットではこれらの変化が生じないことを明らかにした。アセチルコリンは、高血圧状態でのみ交感神経活動の抑制による降圧作用を示し、正常血圧では必要以上に血圧を下げない安全な食品成分であると考えられる。この差異には高血圧状態における交感神経活動の異常亢進や血圧を一定に保つ圧受容器反射機能の低下が関与していると推察された。

高血圧ラット



高血圧自然発症ラット (SHR/lzm)

- 本態性高血圧モデル
- 遺伝的に高血圧を100%発症
- 交感神経活動が異常亢進

正常血圧ラット

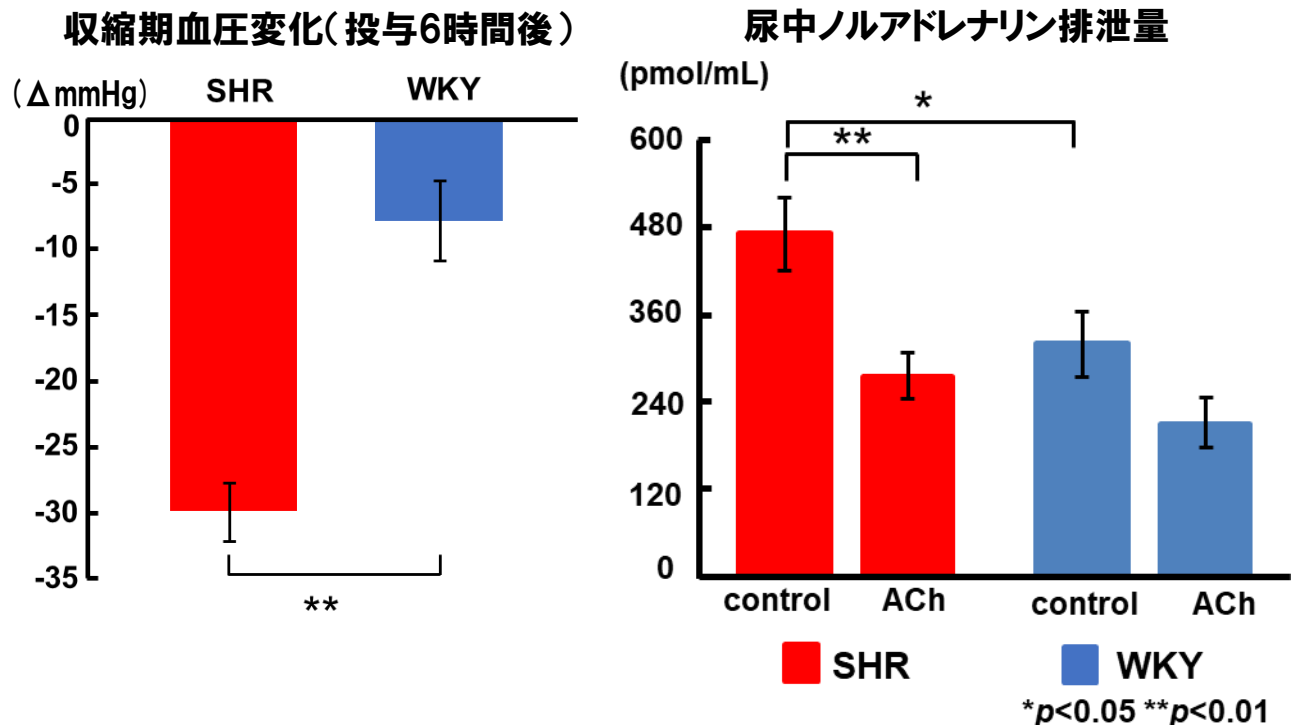


Wistar京都ラット (WKY/lzm)

- SHRの対照系統

出典: National BioResource Project

アセチルコリン (ACh) 単回経口投与後の生体指標変化



Article

Differential Antihypertensive Effects of Oral Doses of Acetylcholine between Spontaneously Hypertensive Rats and Normotensive Rats

Yamaguchi Shohei ¹, Matsumoto Kento ², Wang Wenhao ¹ and Nakamura Kozo ^{1,3,*}

- ¹ Department of Science and Technology, Graduate School of Medicine, Science and Technology, Shinshu University, 8304, Minamiminowa, Nagano 399-4598, Japan; 19hs505d@shinshu-u.ac.jp (Y.S.); 20hs502e@shinshu-u.ac.jp (W.W.)
 - ² Itoen Co., Ltd., 21, Mekami, Makinohara, Shizuoka 421-0516, Japan; kento-matsumoto@itoen.co.jp
 - ³ Institute of Agriculture, Academic Assembly, Shinshu University, 8304, Minamiminowa, Nagano 399-4598, Japan
- * Correspondence: knakamu@shinshu-u.ac.jp; Tel.: +81-265-77-1638

Web of Science、食品科学・技術分野で
2020年インパクトファクター 4.350, 5年インパクトファクター 4.957, 上位25.9% (37/143)

2021.9.4受理、2021.9.6公表

ヒトにおけるナスの血圧・気分改善作用

コリンエステル(2.3 mg/日)含有ナス乾燥粉末の12週間継続摂取で、ストレスを感じている正常高値血圧者およびⅠ度高血圧者の血圧と心理状態が有意に改善することを、プラセボ対照ランダム化二重盲検並行群間比較試験で実証し、ヒトでのナス血圧改善作用を世界で初めて明らかにした。試験で用いたナス粉末は機能性表示食品として受理された。

- 被験者** 正常高値血圧者またはⅠ度高血圧者でストレスを感じている35歳以上65歳未満の男女 100名
正常高値血圧: 収縮期血圧 130~139 mmHgかつ/または拡張期血圧 85~89 mmHg、Ⅰ度高血圧: 収縮期血圧 140~159 mmHgかつ/または拡張期血圧 90~99 mmHg(高血圧ガイドライン2014での血圧分類に基づく)。
- 群構成** 被験食品摂取群 50名、プラセボ食品摂取群 50名 **摂取期間** 2018年7月下旬~2018年11月中旬
- 試験食品** ナス乾燥粉末カプセル4個/日(コリンエステル2.3mg、生鮮ナス約23g)
- 評価項目** 主要: 来所時血圧(収縮期血圧/拡張期血圧)
副次: 家庭血圧(起床時/就寝時の収縮期血圧/拡張期血圧)、VASアンケート、POMS-2など

血圧改善効果(有意な改善)

【全体】 来所時血圧(収縮期/拡張期)、家庭血圧(起床時収縮期/拡張期)

【正常高値血圧】 来所時血圧(拡張期/負荷後拡張期)、家庭血圧(起床時収縮期/拡張期/就寝時拡張期)

【Ⅰ度高血圧】 来所時血圧(収縮期/拡張期)

心理状態改善効果(有意な改善)

【全体】 混乱-当惑

【正常高値血圧】 抑うつ-落込、混乱-当惑、怒り-敵意、TMD(総合的なネガティブ心理)

【Ⅰ度高血圧】 友好、活気-活力

安全性 12週間の摂取期間中、副作用や問題となる有害事象は認められず。

ナス食品の安全性確認

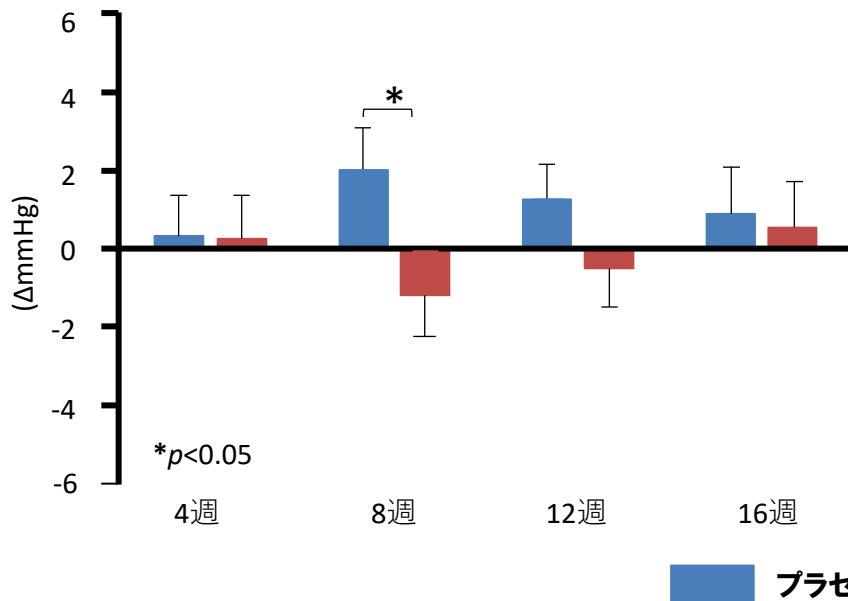
機能性表示食品届出に必要な、単回投与毒性試験、90日間反復投与毒性試験、変異原性試験（Ames試験）を、GLP（Good Laboratory Practice）基準に対応した動物実験第三者認証施設で実施。

試験	試験内容	結果
単回投与毒性試験	5週齢雌性SDラット各5匹にナス抽出物を2,000mg/kgの用量で単回経口投与し、14日間一般状態を観察後に剖検。	一般状態、剖検結果に異常なし。LD ₅₀ = 2,000mg/kg以上
90日間反復投与毒性試験	5週齢雄性SDラット各群6頭にナス抽出物を、0, 62.5, 125, 250 mg/kg/日の用量で90日間反復経口投与し、一般状態の観察、体重、摂餌量、血液・生化学検査、試験終了後の病理解剖、病理組織検査。	一般状態、体重、摂餌量、血液・生化学検査、病理解剖、病理組織検査に異常なし。
変異原性試験（Ames試験）	サルモネラ菌4菌株（TA98, TA100, TA1535, TA1537）と大腸菌1菌株（WP2uvrA）を用い、用量312.5～5000μg/プレート、S9 mix（Phenobarbital及び5,6-Benzoflavone併用投与雄性SDラット肝臓上清）添加、無添加でナス抽出物の復帰突然変異試験を実施。	変異原性陰性（全試験で陰性対照の復帰突然変異コロニー数2倍未満）

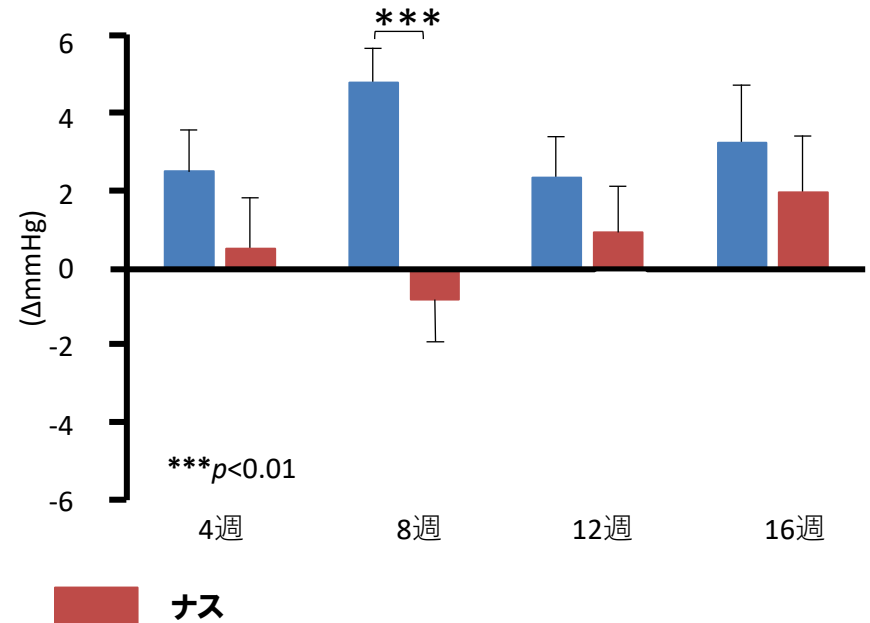
**ナス食品（成分が濃縮された抽出物）の安全性を初めて確認した事例と考えられる。
ナスの臨床試験実施例はこれまでに無い。**

ナス粉末継続摂取による血圧改善作用 (来所時、全体および正常高値血圧者、変化量)

【正常高値血圧者+Ⅰ度高血圧者】来所時拡張期血圧 変化量



【正常高値血圧者】来所時拡張期血圧 変化量

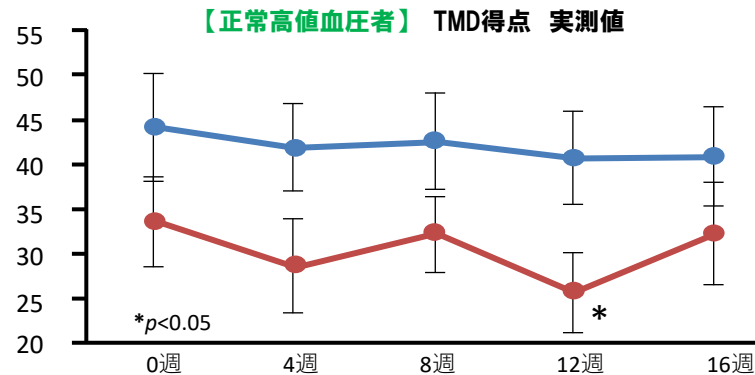
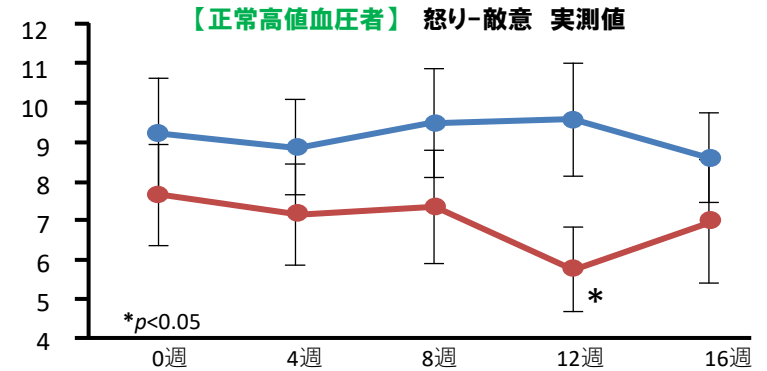
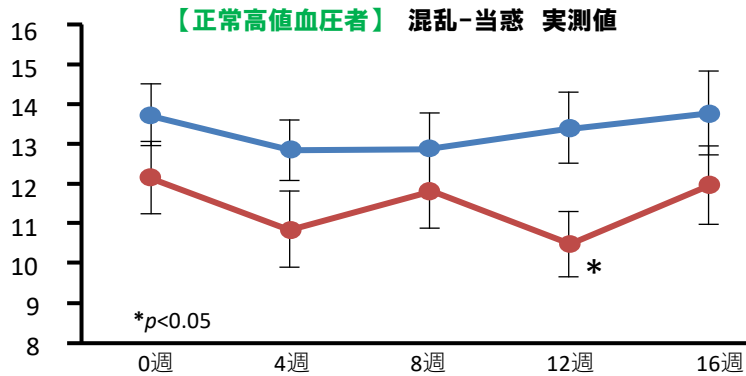
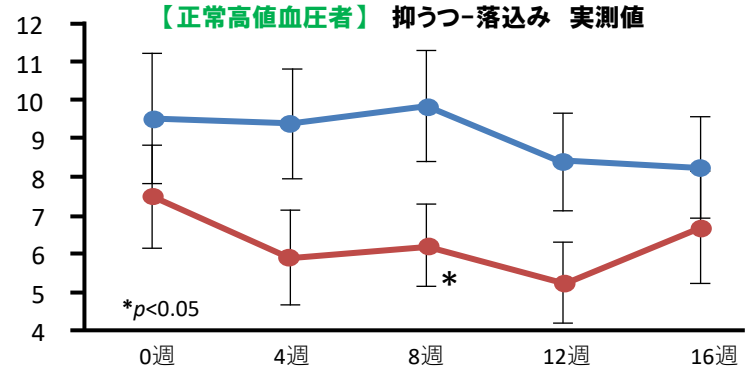
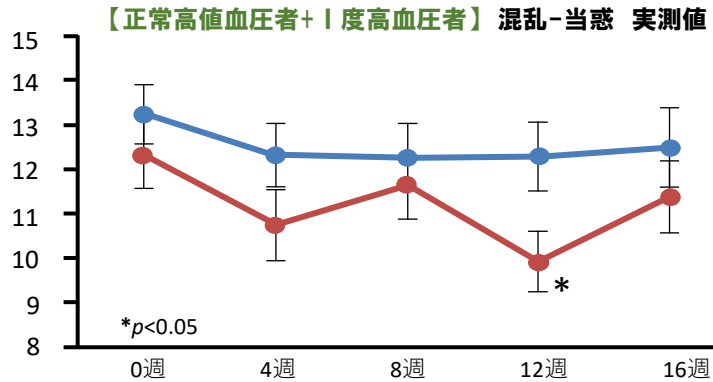


【正常高値血圧者+Ⅰ度高血圧者】プラセボ群 n = 41, ナス群 n = 36

【正常高値血圧者】プラセボ群 n = 26, ナス群 n = 27

【Ⅰ度高血圧者】プラセボ群 n = 15, ナス群 n = 9

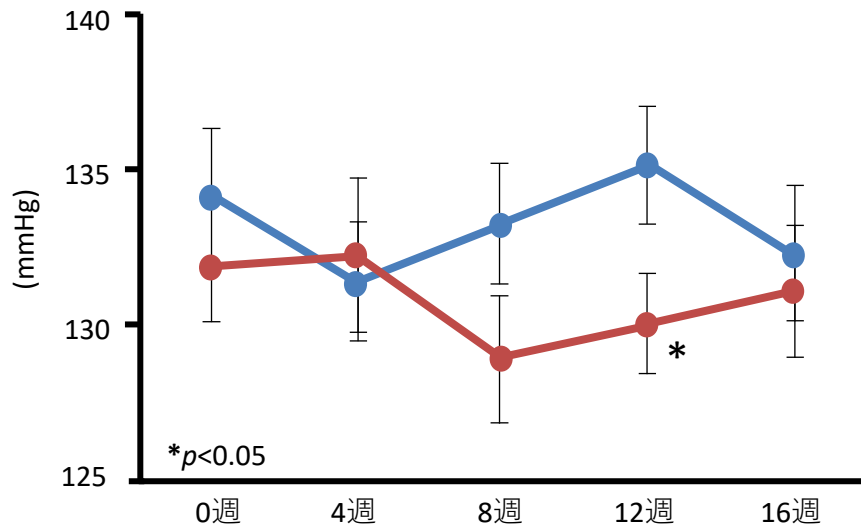
ナス粉末継続摂取による心理状態改善作用 (全体および正常高値血圧者、実測値)



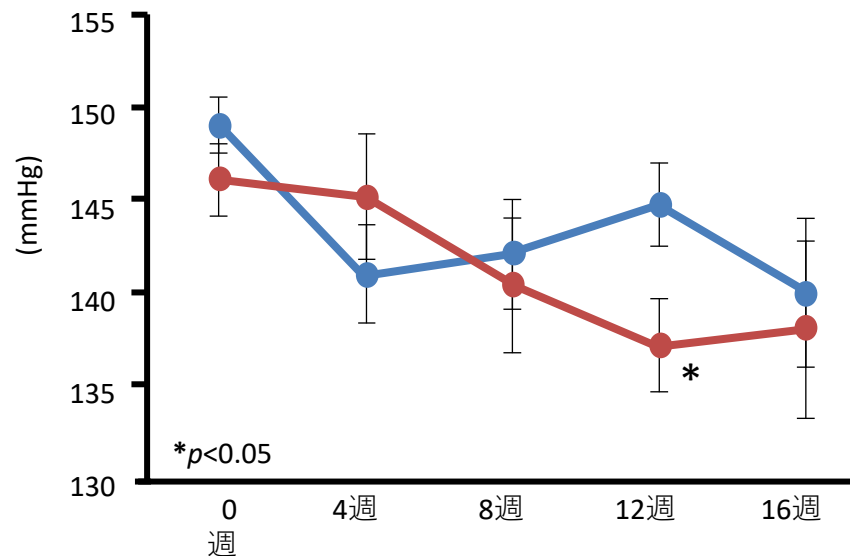
● プラセボ ● ナス
TMD: Total Mood Disturbance

ナス粉末継続摂取による血圧改善作用 (来所時、全体およびⅠ度高血圧者、実測値)

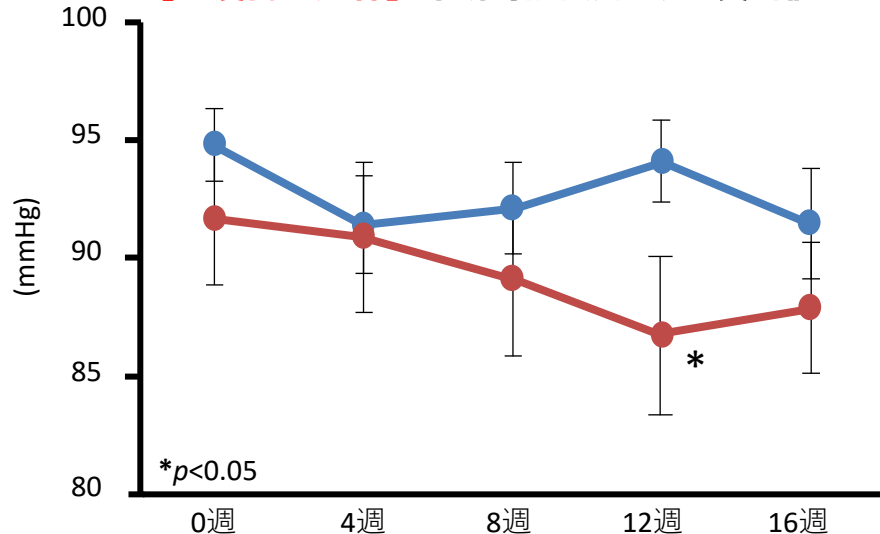
【正常高値血圧者+Ⅰ度高血圧者】来所時収縮期血圧 実測値



【Ⅰ度高血圧者】来所時収縮期血圧 実測値

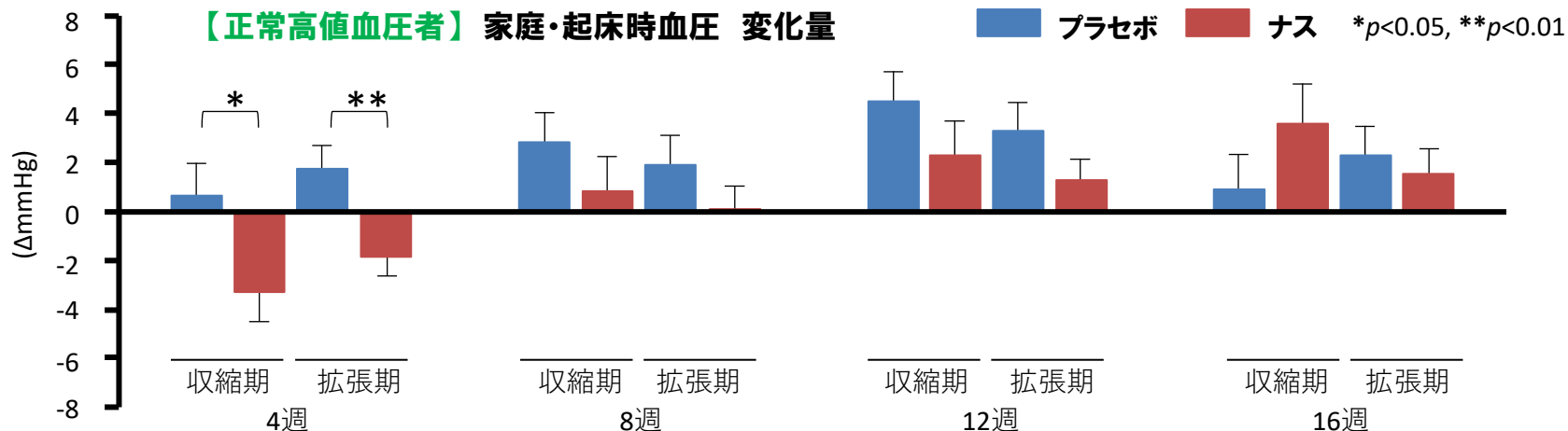
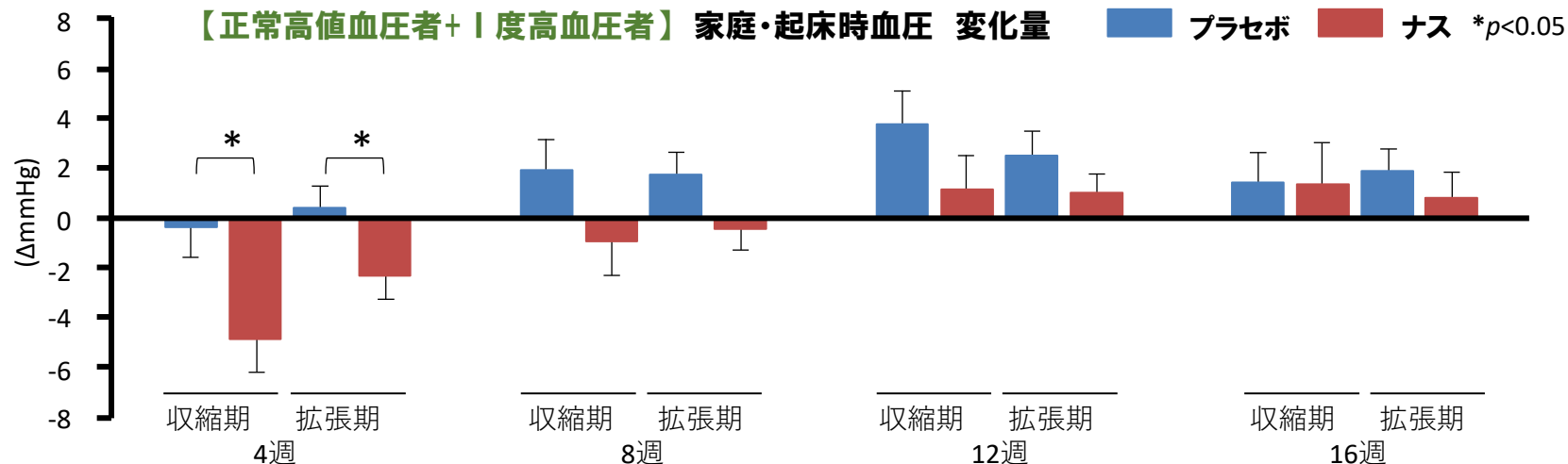


【Ⅰ度高血圧者】来所時拡張期血圧 実測値



● プラセボ ● ナス

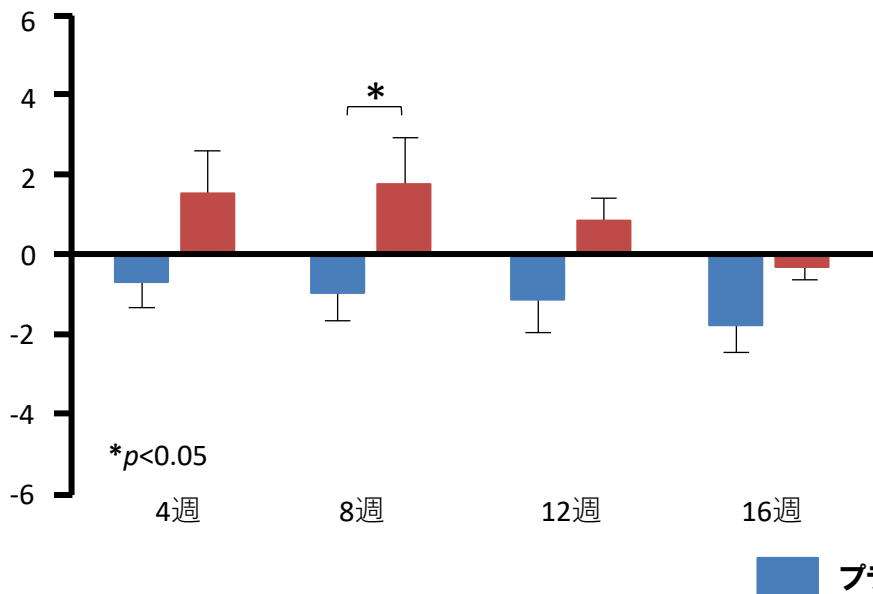
ナス粉末継続摂取による血圧改善作用 (家庭(起床時)、全体および正常高値血圧者、変化量)



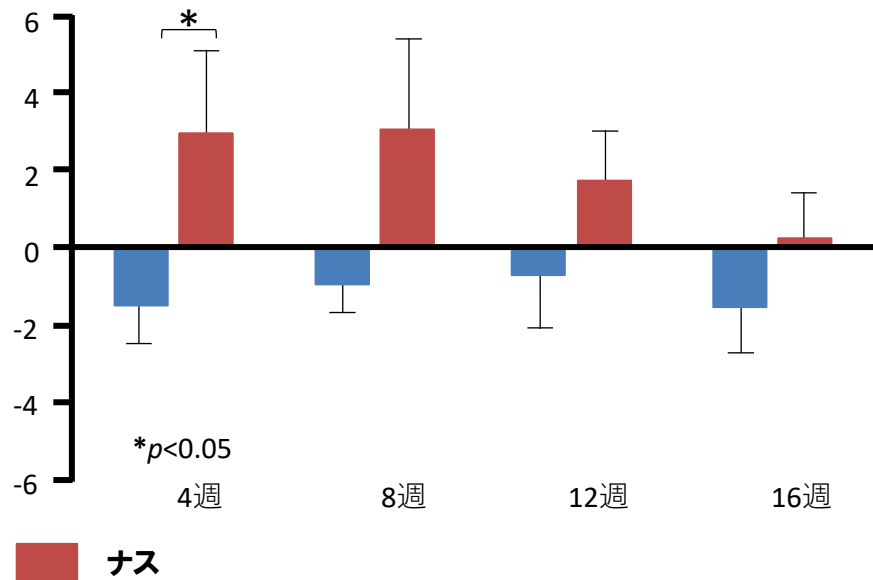
全体の4週目の家庭・起床時収縮期・拡張期血圧変化量が有意に低値。
 正常高値血圧者の4週目の家庭・起床時収縮期・拡張期血圧変化量が有意に低値。
 他、正常高値血圧者における4、8週目の家庭・就寝時拡張期血圧変化量も有意に低値。

ナス粉末継続摂取による心理状態改善作用 (Ⅰ度高血圧者、変化量)

【Ⅰ度高血圧者】友好 変化量



【Ⅰ度高血圧者】活気-活力 変化量





Article

Daily Ingestion of Eggplant Powder Improves Blood Pressure and Psychological State in Stressed Individuals: A Randomized Placebo-Controlled Study

Mie Nishimura ¹, Miho Suzuki ², Ryuto Takahashi ², Shohei Yamaguchi ³, Kazufumi Tsubaki ⁴, Tomoyuki Fujita ^{2,3,5}, Jun Nishihira ^{1,*} and Kozo Nakamura ^{2,3,5,*}

¹ Department of Medical Management and Informatics, Hokkaido Information University, Hokkaido 069-8585, Japan; mnishimura@do-johodai.ac.jp

² Department of Agriculture, Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, Nagano 399-4598, Japan; 19as208c@shinshu-u.ac.jp (M.S.); 18as208k@shinshu-u.ac.jp (R.T.); tfujita@shinshu-u.ac.jp (T.F.)

³ Department of Science and Technology, Graduate School of Medicine, Science and Technology, Shinshu University, Nagano 399-4598, Japan; 19hs505d@shinshu-u.ac.jp

⁴ Future Business Search Team, Planning Department, R & D Division, ADEKA co., Tokyo 116-8554, Japan; tsubaki-ka@adeka.co.jp

⁵ Institute of Agriculture, Academic Assembly, Shinshu University, Nagano 399-4598, Japan

* Correspondence: nishihira-jun@kpa.biglobe.ne.jp (J.N.); knakamu@shinshu-u.ac.jp (K.N.); Tel.: +81-11-385-4411 (J.N.); +81-265-77-1638 (K.N.)

2019.10.17受理

2019.11.16公表

Received: 15 August 2019; Accepted: 17 October 2019; Published: 16 November 2019



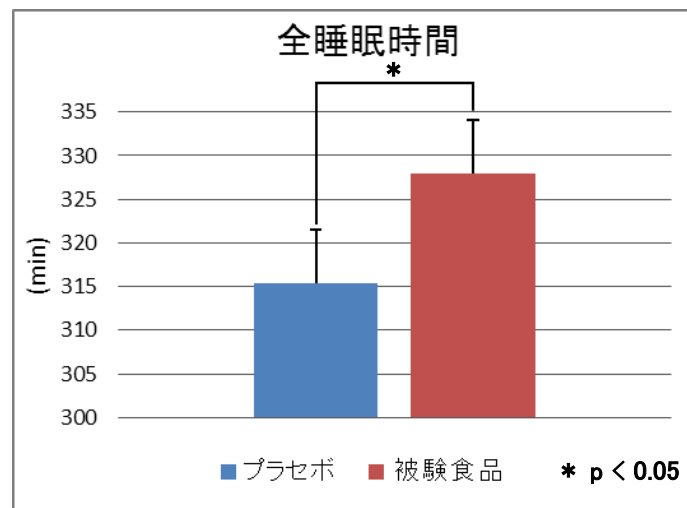
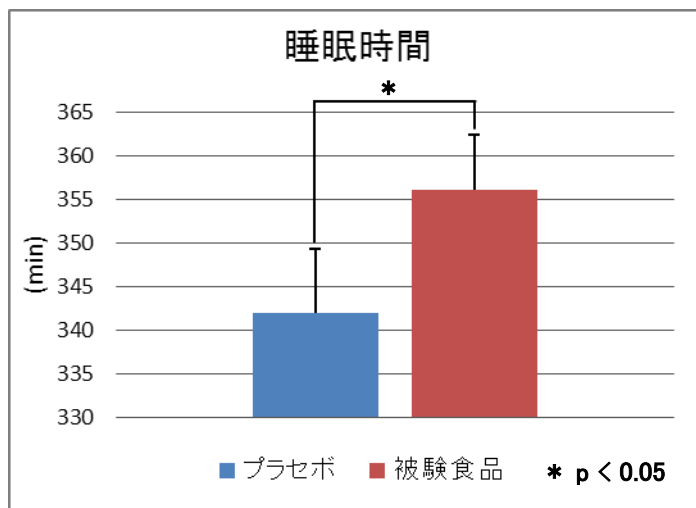
Web of Science、栄養科学分野

2020年インパクトファクター 5.719, 5年インパクトファクター 6.352, 上位19.3%(17/88)

世界で初めてナス機能性(臨床試験結果)を論文として公表
この論文の科学的エビデンスに基づいて機能性表示が可能になった

睡眠に悩みのあるヒトにおけるナス睡眠改善作用

コリンエステル(3.5 mg/日)を含有するナス乾燥粉末の5日間継続摂取で、ピッツバーグ睡眠質問票6点以上の睡眠に悩む方の睡眠状態が有意に改善することを、プラセボ対照ランダム化二重盲検クロスオーバー比較試験(平成30年度「研究開発型ベンチャー支援事業/NEDO Entrepreneurs Programで実施)で実証した。本研究で、ヒトでのナス睡眠改善作用を世界で初めて明らかにした。



ナス摂取による睡眠時間変化

- ・【睡眠改善】などの機能性表示が可能
- ・新しい機能性表示で機能性野菜ナスをアピール

世界初！ナス機能性表示食品誕生



- **新規機能性表示食材:ナス**
- **新規機能性関与成分:コリンエステル**
- **論文受理 (2019.10.17) から1ヵ月でナスサプリ機能性表示届出、1年以内に3商品が届出受理**

「ウェルナスサプリ」
届出者: (株) ウェルナス



2019.11.29初回届出
1.27、3.31不備事項対応後再届出
2020.7.20 受理
未利用ナスの活用

「ひとくち茄子漬」
届出者:三井食品工業 (株)



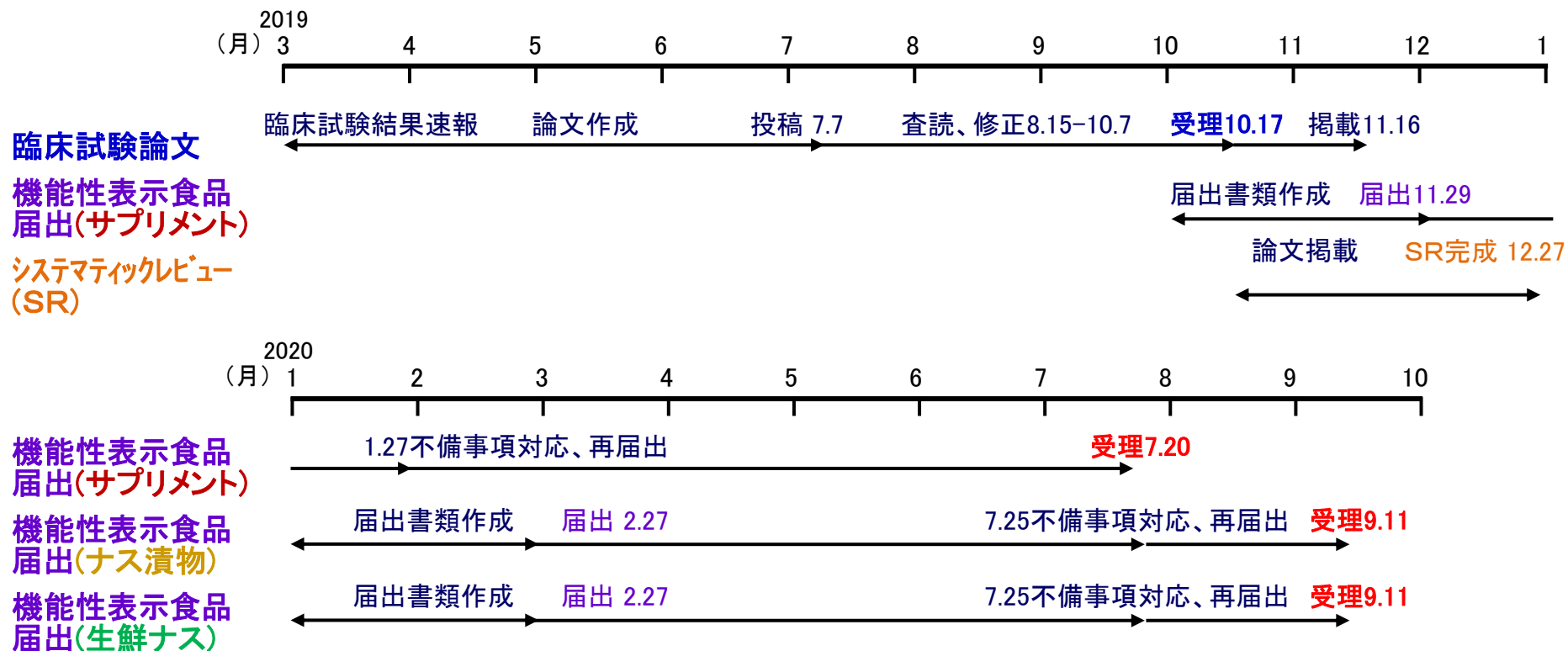
2020.2.27初回届出
7.25不備事項対応後再届出
2020.9.11 受理

「高知なす」
届出者:JA高知県



2020.2.27初回届出
7.25不備事項対応後再届出
2020.9.11 受理
2021.3.15販売開始

臨床試験結果からナス機能性表示食品届出・受理



○ナス機能性表示食品届出:サプリメント【2020.7.20 受理】、ナス漬物・生鮮ナス【2020.9.11受理】

サプリメント: 臨床試験結果から1年5ヵ月、臨床論文受理から9ヵ月で届出完了

ナス漬物・生鮮ナス: 臨床試験結果から1年7ヵ月、臨床論文受理から11ヵ月で届出完了

「高知なす」の機能性表示について

機能性関与成分：**ナス由来コリンエステル（アセチルコリン）**

有効用量：**2.3mg**

1日摂取目安量：**約2本（可食部100g）**

試験分析機関：**信州大学**

届出クレーム：**本品にはナス由来コリンエステル（アセチルコリン）が含まれます。ナス由来コリンエステル（アセチルコリン）には血圧が高めの方の血圧（拡張期血圧）を改善する機能があることが報告されています。**

生鮮機能性表示食品機能性関与成分一覽(抜粋)

(2021.4.8現在)

関与成分名	届出数	機能性	1日摂取目安量	有効用量
ナス由来コリンエステル (アセチルコリン)	1	血圧改善 気分改善	100g (ナス2本)	2.3 mg
GABA(γ-アミノ酪酸)	38 (組合せ含む)	血圧改善 ストレス緩和	30g (エノキタケ) 90g (メロン1/8玉)	10-20 mg 28 mg
β-クリプトキサンチン	20	骨の健康維持	270g (ミカン3個)	3 mg
大豆イソフラボン	11	骨の健康維持	200g (大豆モヤシ)	40-53 mg
リンゴ由来プロシアニジン	5	内臓脂肪低減	300g (リンゴ1個)	110 mg
ルテイン	6	眼機能保護	170g(ホウレン草)	5-10 mg
DHA(ドコサヘキサエン酸)・ EPA(エイコサペンタエン酸)	7	中性脂肪低下 記憶力の維持	89g (卵2個) 100g (プリ)	DHA+EPA 250-860 mg DHA+EPA 1200 mg
スルフォラファングルコシノレート	6	血中肝機能酵素 (ALT)値の低下	70g (ブロッコリースプラウト)	24 mg
アンセリン、カルノシン	1	認知機能	100g (鶏肉)	アンセリン+カルノシン 1000 mg
イミダゾールジペプチド	3	疲労感軽減 記憶維持	40g (豚肉) 200g (豚肉)	200 mg 1000 mg
リコピン	1	HDLコレステロール増加	200g (トマト、50%)	22 mg
ルテオリン	2	血糖値上昇抑制	100g (トウガラシ)	5 mg

生鮮ナス機能性表示食品



高知ナス(土佐鷹、慎太郎、はやぶさ、竜馬)

機能性表示〔高知なす〕の経済効果と普及の取組



袋詰め高知なす（1万9,000トン、通期）の95%以上が機能性表示に切替済、総販売額(小売ベース)130.1億円

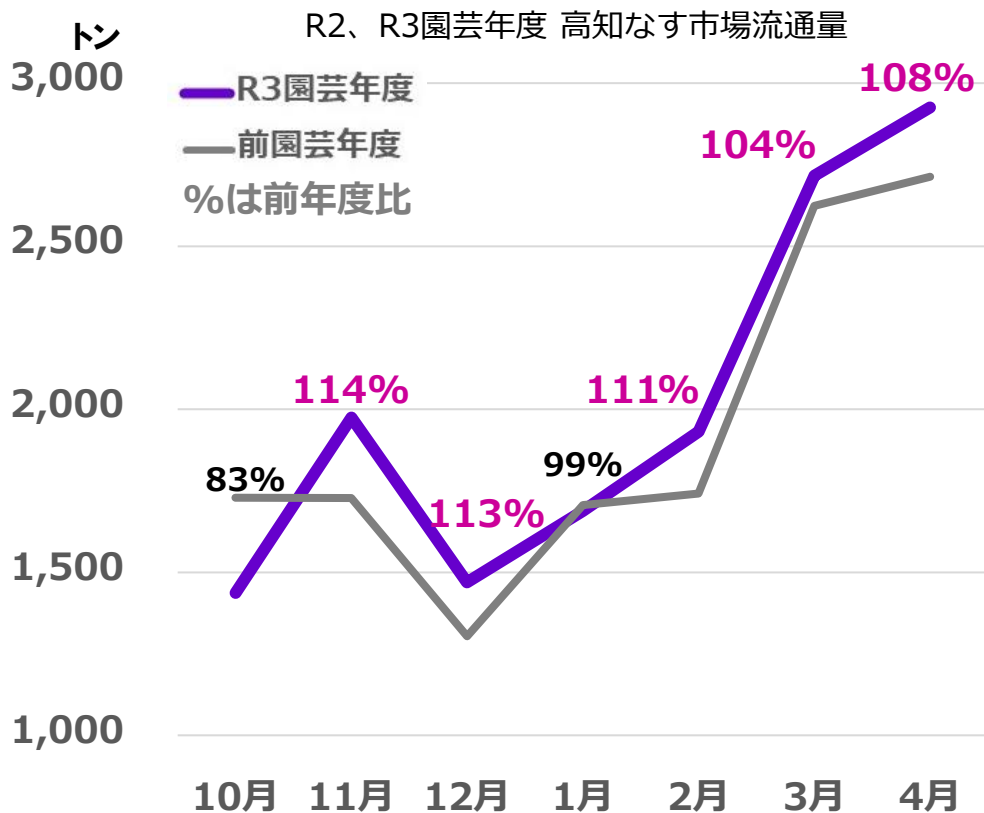
他栽培野菜は20-30%減

コロナ禍にもかかわらず前園芸年度より取扱量増
→機能性表示による高い訴求効果

R3.5.10 三山ひろし“高知なす”宣伝隊長就任



一般消費者によるツイッター投稿



ナスサプリ(カプセル)の販売状況と反響



世界初

ウェルナス以外存在しない

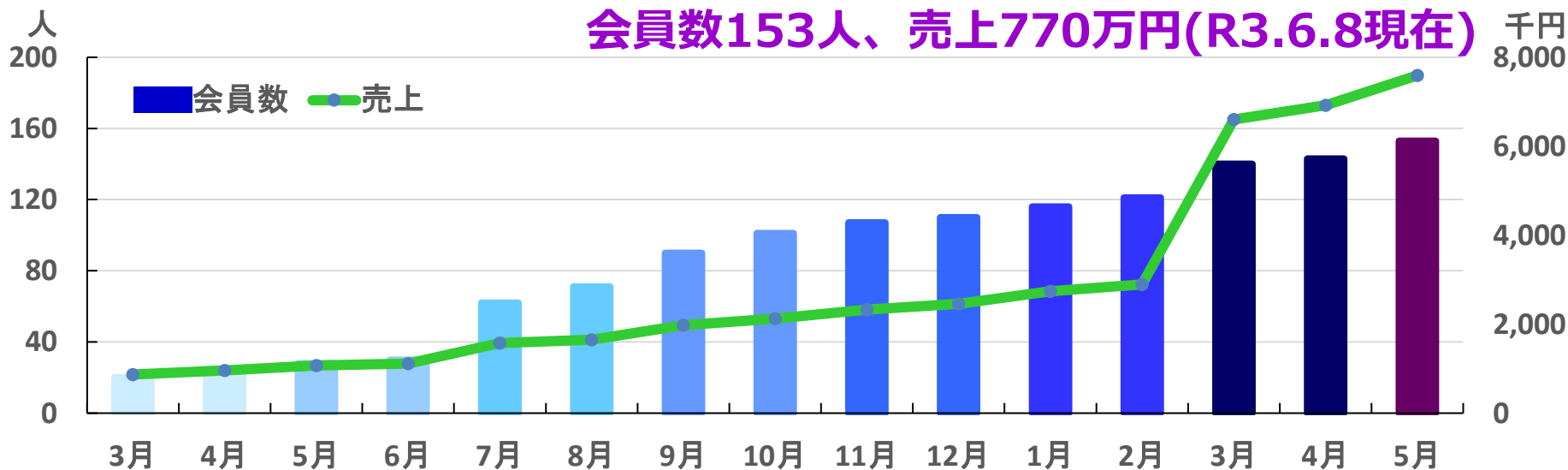
2,049本

R2.3.9販売開始からの累計

31%

リピート率 (リピーター71人/購入者総数226人)

高い効果の実感とメディア掲載・
口コミによって会員数及び売上が増加



機能的表示ナスサプリ(打錠)販売計画



届出者：株式会社ウェルナス

製造者：株式会社ADEKA

関与成分：ナス由来コリンエステル（アセチルコリン）

有効用量：2.3mg

1日摂取量：5粒以下/日

分析機関：信州大学

届出表示：本品にはナス由来コリンエステル（アセチルコリン）が含まれます。ナス由来コリンエステル（アセチルコリン）には血圧が高めの方の血圧（拡張期血圧）を改善する機能があることが報告されています。

10,000袋製造、年内販売を目標に製品開発中（ADEKA・ウェルナス共同事業）

販売先：自社EC、大手薬局W（2,242店舗、交渉中）、明治牛乳宅配店（3,000店舗、利用軒数250万軒、実証販売中）、高知県道の駅・産直市場（135店舗、交渉中）など

機能性による廃棄ナスの有効活用

12 つくる責任
つかう責任



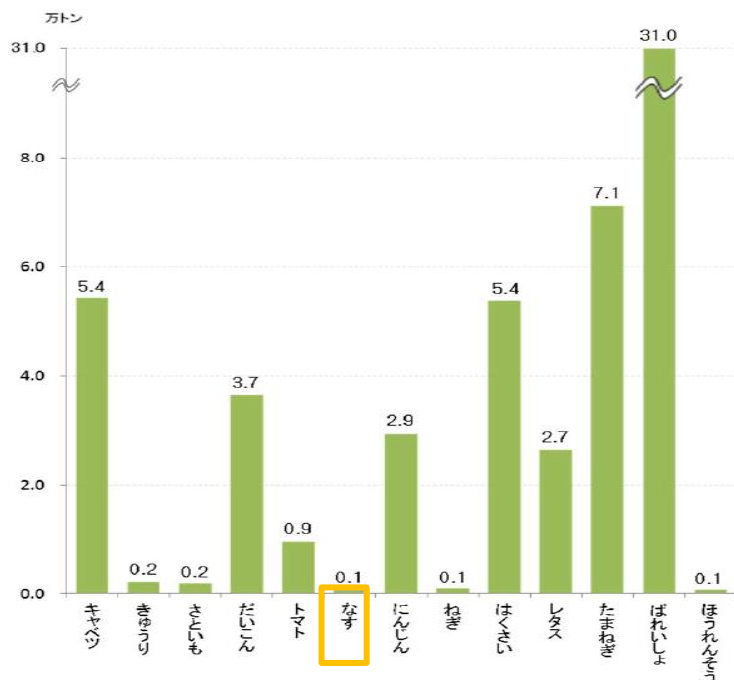
規格外品や栽培期末時の廃棄ナスは、年間9万トン発生

廃棄ナスの食品原料としての利用で、新たに180億円の加工ナス市場形成

(廃棄ナス全量200円/kg販売の場合)

フードロス問題の一助となるとともに新たな農家収益を生み出すことが可能。

H24加工・業務用野菜の品目別の取引量



- ・ ナス加工・業務需要3.2億円、1,000t
- ・ 加工用途80%以上が漬物
- ・ 加工用途が非常に限られている

[機能性で開拓できるナスの新しい用途]

- ・ 未利用ナスを活用したナスサプリメント
- ・ 未利用ナスを粉末化した機能性原料

熱風乾燥粉末



コリンエステル含量 1.0~1.3mg/g

水分含量 5.0%以下

甘みがあり、均一に分散する



ナスの機能性と国内市場規模

ナス機能性

気分改善

血圧改善

睡眠改善

健康の悩み

ストレス

高血圧

不眠

市場規模

923億円

345億円

183億円

対象者

1,548万人

2,203万人

2,064万人

機能性野菜ナスの今後の取組

「機能性表示」で「ナス」のブランド化

ブランド化のための取組

- 1、認知度向上（コマーシャル）
- 2、高品質・信頼（味、コリンエステル量）
- 3、新機能性（気分改善、睡眠改善）
- 4、普及・拡大（品種、生産地）

機能性というナスの新しい価値を消費者に知ってもらい活用してもらう

⇒ ナス栽培の活性化

ナス機能性に関する研究発表、報道まとめ(2016年～現在)

学術雑誌掲載： 5件 (4)

学会発表：36件 (20)

プレスリリース： 8件 (8)

機能性表示食品：3商品 (3)

出展：10回 (7)

クラウドファンディング： 1回 (1)

新聞掲載：60件 (51)

雑誌掲載：12件 (9)

テレビ報道： 5件 (5)

ラジオ放送： 2回 (2)

Web掲載：112件 (111)

()は臨床試験論文受理2019.10.17以降の数

	タイトル	学術雑誌名	巻号、ページ、発行日	IF2020
1	Antihypertensive effects of orally administered eggplant (<i>Solanum melongena</i>) rich in acetylcholine on spontaneously hypertensive rats	Food Chemistry	276, 376-82, 2019.3.15	7.514
2	Daily Ingestion of Eggplant Powder Improves Blood Pressure and Psychological State in Stressed Individuals: A Randomized Placebo-Controlled Study	Nutrients	11, 2797, 2019.11.16	5.719
3	LC-MS/MS Analysis of Choline Compounds in Japanese-Cultivated Vegetables and Fruits	Foods	9, 1029, 2020.7.31	4.350
4	Investigation of the Distribution and Content of Acetylcholine, a Novel Functional Compound in Eggplant	Foods	10 (1), 81, 2021.1.4	4.350
5	Differential Antihypertensive Effects of Oral Doses of Acetylcholine between Spontaneously Hypertensive Rats and Normotensive Rats	Foods	10 (9), 2107, 2021.9	4.350

機能的野菜ナスコンソーシアム

設立日： 2020年8月6日

会員数： 31組織（2021年4月9日現在）

事業内容：

ナス高機能化プロの研究成果の普及・活用、ナス機能性表示食品の届出サポート、生鮮ナスおよびナス加工食品中に含まれるコリンエステルやその他機能性成分の分析、ナス栽培や機能性食品としての利用や研究等のコーディネート、ナスの食品機能性およびナス機能性食品に関する情報提供、会員相互および関連研究者との交流など



入会はこちら

ナス・イノベーション

農研機構生研支援センター

経営体強化プロジェクト (2017.4-2020.3)

- 2019. 3 論文発表【ナス降圧作用メカニズム】(Food Chem.)
- 2019.11 論文発表【ナス血圧改善・気分改善】(Nutrients)
- 2019.11 特許出願【ナス機能性】
- 2020. 7 論文発表【野菜アセチルコリン含量】(Foods)
- 2020. 7 ナスサプリメント機能性表示食品受理
- 2020. 9 生鮮ナス、漬物機能性表示食品受理
- 2021. 1 論文発表【ナスアセチルコリン含量】(Foods)
- 2020. 3 生鮮ナス販売開始
- 2021. 7 論文発表【アセチルコリン作用】(Foods)

機能性野菜ナスコンソーシアム

- 機能性野菜ナスの全国普及
- 日本初ナス機能性の規格化
- 生産・製造コスト削減
- 知財獲得

経済的価値

