

果実成熟および生理障害発生にかかわるエチレン 信号伝達機構の解明と分子制御

(研究課題番号 15208003)

平成15年度～平成17年度科学研究費補助金
(基盤研究(A)) 研究成果報告書

平成18年5月

研究代表者 弦 間 洋

筑波大学生命環境科学研究科教授

はじめに

果実の成熟様式は、内生エチレンの生成によって引き起こされる呼吸上昇を示すクライマクテリック型果実と、エチレン生成がなく呼吸上昇が認められない非クライマクテリック型果実に大別される。前者は果実内でんぷんの糖化、細胞壁多糖類の分解(軟化)、着色などのイベントが呼吸の上昇を伴って進行する。非クライマクテリック型果実は外生エチレンには感応するが、ほとんどエチレン生成を伴わない成熟現象を示す。一方、正常な成熟過程を逸脱して症状、たとえば急激な軟化現象が発生する場合があります。高品質果実の安定供給や流通に問題となっている。これらの例としてカキ果実の‘西条’・‘刀根早生’・‘蓮台寺’などの品種で樹上軟化や脱渋後の異常軟化が知られている。果実軟化は主として細胞壁の分解に伴い引き起こされる現象である。従って、細胞壁分解酵素活性とその遺伝子発現様式を明らかにし、機能解析を進めれば成熟や軟化を制御することが可能である。先行的に研究されたトマト果実では、細胞壁分解酵素遺伝子の発現を制御することにより果実軟化が著しく抑制され、その技術の実用化に至っている。カキ果実においても細胞壁分解酵素の発現様式及びその制御機構を分子レベル、すなわちエチレン誘導と伝達の機構を明らかにすることにより、軟化現象を制御することが可能である。そこで、本研究では異なるカキ品種を用いることで各遺伝子の発現様式、及びそれらの遺伝子とエチレン生合成との関連を明らかにし、さらにエチレン生成から受容に至る過程で、とくに中心的な役割を果たしている受容体遺伝子について、エチレン信号伝達機構における受容体の機能解析を行った。

本研究は複数の研究機関によって遂行され、分担テーマごとに各々が半ば独立して成果を挙げたが、常に相互の成果情報を交換して共同研究としての体制を十分に発揮した。果樹園芸において、果実成熟を制御することは生産、流通において重要な課題であると同時に、本研究の対象果実であるカキでは、生理障害として問題となっている軟化現象は深刻であるため、軟化メカニズムを解明することが求められている。本研究の成果がこれらの課題・問題解決に資する資料となれば幸いである。最後に科学研究費補助金により本研究の機会を与えられたことに厚く御礼申し上げる。

研究組織

- 研究代表者：弦間 洋（筑波大学大学院生命環境科学研究科教授）
 研究分担者：江面 浩（筑波大学大学院生命環境科学研究科教授）
 研究分担者：菅谷純子（筑波大学大学院生命環境科学研究科講師）
 研究分担者：瀬古澤由彦（筑波大学大学院生命環境科学研究科助手）
 研究分担者：板村裕之（島根大学生物資源科学部教授）
 研究分担者：中川 強（島根大学総合科学研究支援センター助教授）
 研究分担者：中務 明（島根大学生物資源科学部助教授）

交付決定額（配分額）

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 15 年度	14,700,000	4,410,000	19,110,000
平成 16 年度	11,900,000	3,570,000	15,470,000
平成 17 年度	6,300,000	1,890,000	8,190,000
総 計	32,900,000	9,870,000	42,770,000

研究発表

（1）学会誌等

- 許 昌国・中谷幸夫・中務 明・板村裕之（2003）カキ‘西条’果実の急速な軟化に伴うエチレン生成と細胞壁分解酵素活性の変化．園芸学会雑誌 72(5): 460-462.
- Itamura, H., M. Yoshioka and A. Nakatsuka (2003) The effect of internal ethylene production on coloration and on-tree fruit softening of Japanese persimmon. *Acta Horticulturae* 601: 165-169
- 許 昌国・中谷幸夫・中務 明・板村裕之（2003）脱渋法および貯蔵法の違いがカキ‘西条’果実の日持ち性に及ぼす影響．日本食品保蔵学会誌 29(4): 191-196.
- 許 昌国・中務 明・板村裕之（2004）1-Methylcyclopropene(1-MCP)処理がカキ‘西条’ドライアイス脱渋果のエチレン生成と軟化および細胞壁分解酵素活性に及ぼす影響．園芸学会雑誌 73(2): 184-188.
- Ortiz, G.I., S.Sugaya, Y.Sekozawa, and H.Gemma (2005) Ripening of ‘Rendaiji’ persimmon treated with 1-methylcyclopropene after ethanol vapor treatment to remove astringency. *Acta Horticulturae* 685: 157-167.
- 倉橋孝夫・松本敏一・板村裕之（2005）1-Methylcyclopropene(1-MCP)処理とエチレン吸収処理が収穫時期の異なるカキ‘西条’果実のドライアイス脱渋後の軟化と日持ち性に及ぼす影響．園芸学会雑誌 74 (1): 63-67.
- Ortiz, G.I., S.Sugaya, Y.Sekozawa, H.Ito, K.Wada and H.Gemma (2005) Efficacy of 1-methylcyclopropene(1-MCP) in prolonging the shelf-life of ‘Rendaiji’ persimmon fruits previously subjected to astringency removal treatment. *Journal of the Japanese Society for*

Horticultural Science 74(3): 248-254.

8. Zheng, Q.L., A. Nakatsuka, S. Taira and H. Itamura (2005) Enzymatic activities and gene expression of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) synthase and ACC oxidase in persimmon fruit. *Postharvest Biology and Technology* 37: 286-290.
9. Zheng, Q.L., A. Nakatsuka and H. Itamura (2005) Extraction and characterization of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) synthase and ACC oxidase from wounded persimmon fruit. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 74(2): 159-166.
10. Ortiz, G.I., S. Sugaya, Y. Sekozawa, H. Ito, K. Wada and H. Gemma (2006) Expression of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase and 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase genes during ripening in 'Rendaiji' persimmon fruit. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 75(2): 178-184.

(2) 口頭発表

1. 鄭 巧林・中務 明・上田洋介・松本敏一・板村裕之 (2004) カキ '西条' 果実におけるエチレン生成に及ぼす Ni^{2+} 処理の効果. *園芸学会雑誌* 72(別1): 351
2. 上田洋介・塩沢克亮・中務 明・板村裕之 (2004) カキ '西条' ドライアイス脱渋処理果実におけるエチレン生成とACC合成酵素およびACC酸化酵素の遺伝子発現. *園芸学会雑誌* 73(別2): 542.
3. 中務 明・丸尾 剛・石橋ちひろ・上田洋介・山岸真澄・板村裕之 (2004) ドライアイス脱渋処理したカキ '西条' 果実のエンド型キシログルカン転移酵素/加水分解酵素遺伝子発現. *園芸学会雑誌* 73(別2): 543.
4. Itamura, H., A. Nakatsuka, K. Ishizuka, M. Nagahara, K. Nishida, T. Matsumoto, K. Chikasige, and N. Yokotani. (2004) Studies on plant regeneration system and transformation by RNA interference in Japanese persimmon 'Saijo'. 3rd International Symposium on Persimmon. P.6.
5. Ortiz, G.I., S. Sugaya, Y. Sekozawa and H. Gemma (2004) Efficacy of 1-methylcyclopropene (1-MCP) in alleviating the symptoms of rapid softening in 'Rendaiji' persimmon fruit previously subjected to ethanol vapor treatment to remove astringency. 3rd International Symposium on Persimmon. S5-3.
6. Pang, J.H.・B. Ma・江面浩 (2004) カキのエチレン受容体遺伝子の単離と発達中果実における発現解析、第22回日本植物細胞分子生物学会秋田大会
7. 中務 明・中谷幸夫・板井章浩・鄭 巧林・上田洋介・板村裕之 (2005) アルコール脱渋処理したカキ '西条' 果実における細胞壁分解酵素の遺伝子発現. *園芸学会雑誌* 74(別1): 166.
8. Ortiz, G.I.・菅谷 純子・瀬古澤 由彦・伊藤 寿・輪田 健二・弦間 洋 (2005) '蓮台寺' カキ果実の発育、追熟過程におけるACC合成酵素およびACC酸化酵素の遺伝子発現の解析. *園芸学会雑誌* 74(別1): 386
9. 鄭 巧林・松本敏一・中務 明・板村裕之 (2005) 樹上ニッケル前処理による脱渋後のカキ '西条' 果実の軟化防止. *園芸学会雑誌* 74(別1): 398.
10. 板村裕之 (2005) カキ果実の成熟および脱渋後の軟化に関する研究. *日本食品保蔵科学会 (学会賞受賞講演)* 54: 55-56.
11. ガイネヴィア オルティス・菅谷 純子・瀬古澤由彦・伊藤 寿・輪田健二・

- 弦間 洋 (2005) エタノールによる脱渋処理を行った‘蓮台寺’カキ果
実におけるエチレン生合成の制御. 園芸学会雑誌 74(別2):554
- 12.Ortiz, G.I.・菅谷 純子・瀬古澤 由彦・伊藤 寿・輪田 健二・弦間 洋
(2006) ‘蓮台寺’カキの果実発育および成熟期における組織特異的エ
チレン生成と遺伝子発現様式の解析. 園芸学会雑誌 75(別1):48
- 13.江面 浩・J.H.Pang・B. Ma・W.Owino・G.I.Ortiz・今西俊介 (2006)
カキ‘平核無’から単離したエチレン受容体遺伝子の果実における発現
解析. 園芸学会雑誌 75(別1):244.

目 次

1. The effect of internal ethylene production on coloration and on-tree fruit softening of Japanese persimmon.	1
2. カキ‘西条’果実の急速な軟化に伴うエチレン生成と細胞壁分解酵素活性の変化.....	6
3. 脱渋法および貯蔵法の違いがカキ‘西条’果実の日持ち性に及ぼす影響.....	9
4. 1-Methylcyclopropene (1-MCP)処理がカキ‘西条’ドライアイス脱渋果のエチレン生成と軟化および細胞壁分解酵素活性に及ぼす影響.....	15
5. Ripening of ‘Rendaiji’ persimmon treated with 1-methylcyclopropene after ethanol vapor treatment to remove astringency.....	20
6. 1-Methylcyclopropene (1-MCP)処理とエチレン吸収剤処理が収穫時期の異なるカキ‘西条’果実のドライアイス脱渋後の軟化と日持ち性に及ぼす影響.....	27
7. Extraction and characterization of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) synthase and ACC oxidase from wounded persimmon fruit.	32
8. Efficacy of 1-methylcyclopropene (1-MCP) in prolonging the shelf-life of ‘Rendaiji’ persimmon fruits previously subjected to astringency removal treatment.··	40
9. Enzymatic activities and gene expression of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) synthase and ACC oxidase in persimmon fruit.	47
10. Expression of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase and 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxydase genes during ripening in ‘Rendaiji’ persimmon fruit.	52
11. Molecular cloning and characterization of ethylene receptor genes expressed during fruit development and ripening in persimmon (<i>Diospyros kaki</i> Thumb.). ...	59