

平成 21 年 6 月 17 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18580029

研究課題名（和文） 化学分類学を利用した有用クラブアップル品種創成の試み

研究課題名（英文） A study of crabapple breeding based on chemotaxonomic approach.

研究代表者

吉澤 結子（YOSHIZAWA YUKO）

秋田県立大学・生物資源科学部・教授

研究者番号：20269202

研究成果の概要：クラブアップル果実に存在し前駆脂肪細胞 3T3-L1 の脂肪蓄積を抑制する主たる活性物質は、エピカテキンとプロシアニジン B2 であることを明らかにした。また、これらを多く含む有用品種を見出し、活性物質が生合成される時期を特定した。活性物質ケルセチン類の合成に關与する酵素遺伝子の解析を行い、抗がん・抗酸化作用で高い活性を示す品種から新規のケルセチン合成酵素遺伝子を複数見出し、有用品種創成への基礎知見を蓄積した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,600,000	0	1,600,000
2007 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	3,500,000	570,000	4,070,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・園芸学・造園学

キーワード：クラブアップル 生理活性 食品 育種 ポリフェノール

## 1. 研究開始当初の背景

クラブアップルは、庭園果樹として特に欧米で愛好され、多くの品種が選抜・育成されてきた。観賞用として形態的特徴が目立ってきた。数百から千ともいわれる品種・系統が存在する。クラブアップルはバラ科のリンゴ属植物で、その果実は食用とすることが可能であり、ポリフェノールに富んでいるので食品添加物等の利用源として有用であることが示されてきたが、まだ有効利用はされていなかった。この原因の一つとして、これまでクラブアップルは観賞用としての需要が主だったために、花色や果実の美しさが重要視され、風味や香り、食感について、ほとんど注意を払われなかったためと考えられる。そのため、現在ある品種では食用として優れたものは

少ないが、豊産性の品集が多くて枝が折れそうなほど果実を付けるものもあり、その果実が含有するポリフェノール類には、ヒトの健康に寄与する生理活性が見つかってきたので、クラブアップル果実も今後は有用な食材料として新たな利用法の開発へ道が開けるものと期待された。そのためには、機能性成分に富み食用に耐えられる、あるいは食料としての適性を持つような品種の創出が求められるが、これまでのような交配の手法による育種では短期間に有用な品種開発をすることは困難であった。

## 2. 研究の目的

ポリフェノール類は、その生合成経路が比

較的良く研究されており、フェニルプロパノイド生合成経路に端を発し、カルコン合成酵素を分岐点として、酸化を主とする数段階の過程を経て産生されることがわかっている。この経路に関わる酵素系も一部は同定され、またその遺伝配列も決定されている。もし、クラブアップルの品種間で機能性成分の量を比較し、その生合成酵素系の遺伝子の存在と発現の程度を解析して機能性の高い品種を選抜すれば、これらの情報を総合して、クラブアップルの交配育種に有用な基礎情報を与えることができ、目的とする機能性ポリフェノール成分の多い品種の創成を短時日のうちに実現する道が開けると考えた。

具体的な計画としては、クラブアップル果実エキスのヒトのがんや肥満などの生活習慣病に対する活性と、その主たる有効成分であるポリフェノール類やアントシアニン色素などの化学成分に着目し、現在国内で入手可能なクラブアップルのなるべく多くの品種で、その活性成分の分布を分析する。また、個々の品種について、これら化学成分の生合成経路に関わる遺伝子とその発現を解析して、クラブアップルの多様な品種を化学分類学的に整理する。これにより、ヒト生活習慣病対策に有効な品種を選抜し、機能性成分に富む有用なクラブアップル品種を育種するための方向性を打ち立てることを目的とした。

### 3. 研究の方法

ヒトの健康に寄与する活性を示す品種を探索するため、最終的に 64 品種のクラブアップル果実のメタノール抽出エキスを調製した。これらの一部については、すでにヒト前骨髄性白血病細胞 HL-60 に対する増殖抑制活性や抗酸化活性を確認していたので、今回はマウス胎児由来の前駆脂肪細胞 3T3-L1 に対する脂肪蓄積の抑制活性を指標に、活性試験を行った。前駆脂肪細胞 3T3-L1 は、肥満解消および糖尿病症状改善の指標となる動物細胞実験系である。活性を示す品種系統については、生理活性物質を探索同定するために、数 10 キログラム単位で果実抽出エキスを調製し、クロマトグラフィーを繰り返して、3T3-L1 に対する脂肪蓄積の抑制活性を指標に、活性化合物の単離精製を試みた。単離された有効成分は、各種機器分析を用いて化学構造の解析を行った。有効成分は、ポリフェノール構造を持つものがほとんどだったので、その化学的特徴のひとつである紫外線吸収特性を指標として、簡便に成分含量を定量することがわかった。そこで、高速液体クロマトグラフィーを用いて、抽出エキス中の化学成分の一斉分析を行い、化学構造の知られている成分については、標品を用いて

定量分析を行った。また、有効成分含量の季節変動を知るために、未熟果実が成熟する過程の各月で果実を採集してポリフェノール含量を定量した。

クラブアップルの多様な品種を化学分類学的に整理するため、有効成分の生合成に着目した。生合成上の鍵化合物であるフラボノイドの一種であるケルセチンを選び、クラブアップル 33 品種における果実形態と果実中のケルセチン含有量を経時的に調査を行い、果実の発達段階における品種ごとのケルセチン含有量の特徴を解析した。ポリフェノール類の生合成に関わる遺伝子の解析として、ケルセチン合成関連酵素遺伝子のうち、ジヒドロケルセチンからケルセチンへの代謝に関与している Flavonol Synthase (FLS) 遺伝子およびジヒドロケルセチンからジヒドロケルセチンへの代謝に関与している Flavonoid 3'-hydroxylase (F3'H) 遺伝子ホモログの単離を試みた。

### 4. 研究成果

#### 【結果】

研究初年度は、クラブアップル 43 種の果実エキスの前駆脂肪細胞 3T3-L1 に対する脂肪蓄積抑制活性と、含有するポリフェノールの種類と量の相関関係を解析し、また、脂肪蓄積に対して抑制活性を示す主たる有効成分が、果実含量から考えてエピカテキンとプロシアニジン B2 であると推定した。そして、これらの化合物の生合成中間体として重要なケルセチンの多い品種を数種類見出すことに成功した。これらの品種は、生理活性物質を効率的に生産する候補として、これ以降の中心的な研究対象と位置付けた。

生合成酵素系の遺伝子解析では、ポリフェノール類生合成上の鍵化合物としてケルセチンに着目した。まず、果実の発達段階によって 7、8、10 月の 3 回の調査を行った結果、供試した 33 品種中 14 品種で毎回ケルセチンを検出することができた。Indian Summer Crab を除く 13 品種の果実 1 個あたりのケルセチン含有量では、7 月にピークを示す品種が 6 品種、8 月にピークを示す品種が 5 品種、10 月にピークを示す品種が 2 品種となった。品種によってケルセチン含有量に経時的な特徴があることがわかった。各品種における果実の発達段階から果実 1 個あたりのケルセチン含有量を考察すると、果実発達段階初期の 7 月にケルセチンを多く蓄積されるものが 6 品種、果実発達段階中期の 8 月が 5 品種、果実発達段階後期の 10 月が 2 品種となり、果実発達段階の初期や中期にケルセチンを多く蓄積する品種が多いことがわかった。さらに、果実の形態とケルセチン含有量を比較すると、果実 1 個あたりのケルセチン含有量

のピークが初期や中期になった 11 品種中 10 品種が 7~10 月にかけて果実径、果実高並びに果実重が増加していた。ケルセチン含有量のピークが後期を示す品種 Beverly Crab は 7~10 月にかけて果実径、果実高並びに果実重があまり変化していなかった。果実発達段階の初期や中期にケルセチン含有量のピークを示した品種は果実の肥大に伴って、果実 1 個あたりのケルセチン含有量が減少していることになる。これは、ケルセチンが初期や中期に果実内に多く蓄積され、果実の肥大に伴って蓄積しなくなるか、もしくは減少していると考えられた。また、ケルセチンの次の代謝産物に生合成が進んでいる可能性も考えられた。7~10 月にかけて果実肥大にあまり変化がみられず、後期にケルセチン含有量のピークを示した Beverly Crab は、他の品種とは異なり果実発達後期にケルセチン含有量が多くなり、生合成の発現パターンが異なる可能性が考えられた。

Indian Summer Crab については 6、7、8、10 月の合計 4 回調査を行った。果実 1g あたりのケルセチン含有量では 8 月にピークを示したが、果実 1 個あたりのケルセチン含有量では 6 月にピークを示した。果実形態から、6 月から 7 月にかけて果実径、果実高並びに果実重が急激に増加していたことから、6 月は開花後約 1 ヶ月で果実肥大前の段階であることがわかる。Indian Summer Crab では果実肥大前にケルセチンが果実内に多量に合成され、果実が熟していくにつれてあまりケルセチンが合成されなくなるのではないかと考えられた。

以上のことから、クラブアップル品種間で果実の発達時期でケルセチン含有量が異なることがわかった。これは、ケルセチンの生合成に関係している酵素遺伝子の発現する器官や時期に関係していると考えられた。

クラブアップル 2 品種のゲノム DNA を用いて、ケルセチン合成に関連する Flavonoid 3'-hydroxylase (F3'H) 遺伝子のホモログを PCR 法によって増幅し、クラブアップル由来の F3'H 遺伝子の部分配列を決定した。推定アミノ酸による相同性検索を行ったところ、ダイズおよびブドウ由来の F3'H 遺伝子と約 70%の相同性が見られた。またクラブアップル品種内および品種間で F3'H 遺伝子の塩基配列に違いが見られ、偽遺伝子も含めて遺伝子ファミリーの存在が示唆された。

研究の実施 2 年目では、クラブアップルの一種 Maoshanjiangzi (毛山荊子)の果実エキスから 7 種の化合物、クロロゲン酸、*trans*-および *cis*-4-ヒドロキシ桂皮酸、エピカテキン、プロシアニジン B2、フロレチン配糖体、テトラヒドロキシフラボン配糖体を単離構造決定した。そして、これらの前駆脂肪細胞 3T3-L1 に対する脂肪蓄積抑制活性を検討し

て、単離されたこれらの化合物中では、エピカテキンとプロシアニジン B2 と *trans*-4-ヒドロキシ桂皮酸の 3 種が、脂肪蓄積抑制活性に大きく寄与していることを明らかにした。また、これら 3 種の化合物を多く含む品種は、*Malus × robusta*であることも見出した。さらに、構造決定した 7 種の化合物の果実中の含量の季節変化を、33 品種のクラブアップル果実について、7 月から 10 月まで果実の熟度を追って継続的に定量した。その結果、ほとんどの化合物は未熟果実からも存在が確認され、それらの果実 1 個あたりの含量にも大きな季節変化は無かったが、8 月から 10 月にかけてエピカテキンが減少しプロシアニジン B2 が増加する傾向が見られた。この変化は、エピカテキンからプロシアニジン B2 が作られるとされる生合成経路と符合するものであり、プロシアニジン類が、この時期に生成することを示す新たな知見と考えている。

ケルセチンは、リンゴにおいても抗がん作用が認められているので、クラブアップルにおけるケルセチン合成に関連する酵素遺伝子の探索および構造解析を進めた。既知の遺伝子情報を基に、PCR 法によってクラブアップル品種 Indian Summer Crab におけるケルセチン合成に関連する 5 つの酵素遺伝子の探索を行ったところ、4 つの酵素遺伝子で PCR 増幅産物を得ることが出来た。flavonoid 3'-hydroxylase (F3'H) 遺伝子に関してさらに解析を進め、部分配列を決定することができ、塩基配列の違いから 2 種類の遺伝子を得ることが出来た。ブドウやベチュニアの F3'H 遺伝子との相同性は 73~80%であり、F3'H 遺伝子に特徴的なアミノ酸配列や HR2 ドメインも保存されていた。そこで、この 2 種類の F3'H 遺伝子の遺伝解析や供試品種以外のクラブアップル品種における F3'H 遺伝子の特性評価を進めていくこととした。

本研究の最終年度では、有効成分の生合成過程で、エピカテキンからプロシアニジン類を生じる生合成酵素はまだ解明されていない点にも着目した。エピカテキンの物質レベルでの変換条件を検討するため、種々の条件下でエピカテキンの化学変換および生物変換を試みた。これまでも試験管内で塩基性条件下にした時、無酵素的に重合が起こることが知られていたが、果実抽出物を加えた無細胞系では、塩基性でなくても変換されることを新たに見出し、果実内成分の関与が強く示唆された。今後さらに酵素探索を進める予定である。

ポリフェノール生合成系の酵素遺伝子については、クラブアップル品種のゲノム DNA を用いて、ジヒドロケルセチンからケルセチンへの代謝に関与している Flavonol Synthase (FLS) 遺伝子ホモログを、PCR 法

によって同定した。クラブアップル由来の FLS 遺伝子の全長配列を決定した。全長約 4 kbp で 3 ヶ所のエクソンで構成され、推定アミノ酸は 337 個であった。リンゴ品種 ふじ 由来の FLS 遺伝子やセイヨウナシ品種 Conference 由来の FLS 遺伝子と 98% 以上の高い相同性を示した。また、第一エクソンでは 3 種類のホモログが検出され、クラブアップル由来の FLS 遺伝子ファミリーの存在が示唆された。

#### 【考察】

##### < 活性物質とその変動 >

クラブアップル果実を最終的には 64 品種採集して、メタノール抽出物を調製し、マウス胎児由来の前駆脂肪細胞 3T3-L1 の脂肪蓄積に対して効果を調べた。その結果、ほとんどの品種で抑制活性を示し、活性を示した品種の一つ Maoshanjingzi の果実から 7 種の化合物を単離構造決定し、これらの前駆脂肪細胞 3T3-L1 に対する活性と果実中の含量を比較して、単離されたこれらの化合物中では、エピカテキンとプロシアニジン B2 と *trans*-4-ヒドロキシ桂皮酸の 3 種が、脂肪蓄積抑制活性に大きく寄与していると結論した。成分一斉分析の結果、クラブアップル果実にはこれらの他にもポリフェノール化合物が含まれていたが、化合物によって活性の強弱は大きく異なった。クラブアップルの育種では、品種系統間の親子関係がほとんどわからないが、調査した 64 品種の中では、これら強活性物質 3 種を多く含む品種は、*Malus × robusta* に含まれる 3 品種であった。さらに、構造決定した 7 種の化合物の果実中の含量の季節変化を、33 品種のクラブアップル果実について、7 月から 10 月まで毎月定量した結果、ほとんどの化合物は未熟果実から存在し、それらの果実 1 個あたりの含量は 4 ヶ月を通じてほとんど変化が無いが、8 月から 10 月にかけてエピカテキンが減少しプロシアニジン B2 が増加する傾向が見られた。この結果から、エピカテキンからプロシアニジン B2 が生合成される時期を始めて特定できた。エピカテキンからプロシアニジン類を生じる生合成酵素はまだ解明されていないので、無細胞系で酵素活性を探索した。市販のエピカテキンを種々の pH や果実抽出物存在下などの条件で処理し、エピカテキンの化学変換および生物変換を試みた。その結果、果実抽出物を加えた無細胞系は、塩基性でなくても変換されることを新たに見出し、果実内成分の関与が強く示唆された。

ケルセチンは、今回調査したクラブアップル品種では含量の多いものはあまりなかったが、リンゴでは強い生理活性を示している。ケルセチンの合成関連酵素遺伝子のうち、ジヒドロケルセチンからケルセチンへの代謝

に關与している Flavonol Synthase ( FLS ) 遺伝子およびジヒドロケルセチンからケルセチンへの代謝に關与している Flavonoid 3'-hydroxylase ( F3'H ) 遺伝子ホモログの単離を試みた。供試材料には Indian Summer Crab と Snowdrift Crab のゲノム DNA を用いて既知の遺伝情報を基に PCR 法によって同定を行った。

##### < FLS 遺伝子の探索と解析 >

Indian Summer Crab から FLS 遺伝子是最終的に 2 クローンを解析することができ、二箇所のイントロン ( 2468bp、650bp ) が予想され、全長 4132bp、推定アミノ酸は 337 個の FLS 遺伝子が得られた。詳細に解析したところ、2 クローン間で推定アミノ酸配列では同一であったが、エクソン部分の塩基配列では異なっている部分があった。エクソン部分での塩基配列に関して既知情報を元に近縁種の FLS 遺伝子との比較を行った。リンゴ品種 ふじ とは 16 箇所の塩基置換がみられ、リンゴ台木品種 M9 とは 12 箇所の塩基置換、ナシ品種 Conference とは 21 箇所の塩基置換がみられた。また、推定アミノ酸配列での比較では、ふじ とは 4 箇所の置換、M9 とは 3 箇所の置換、Conference とは 5 箇所の置換がみられた。

本研究で得られた Indian Summer Crab FLS 遺伝子は近縁種 ( バラ科ナシ亜科 ) とは相同性が高かったものの、相違点もみられ、既知の FLS 遺伝子とは異なる新規の FLS 遺伝子であることがわかった。また、同じリンゴ属植物との比較では、ふじ ではなく M9 との相同性が高いことがわかった。

次に Indian Summer Crab FLS 遺伝子の推定アミノ酸配列を他科の植物種との比較を行ったところ、多くの植物種で保存されている領域が Indian Summer Crab FLS 遺伝子でも保存されていることがわかった。さらに、第一エクソンに関して 10 クローンを解析したところ、3 種類のホモログが検出され、Indian Summer Crab FLS 遺伝子ファミリーの存在が示唆された。

##### < F3'H 遺伝子の探索と解析 >

Indian Summer Crab および Snowdrift Crab から F3'H 遺伝子の部分配列を単離することができた。Indian Summer Crab において複数クローンの部分配列 ( 1219bp ) を決定した。イントロンを含む配列で比較したところ、2 種類のホモログに分類することができ、A タイプと B タイプとした。この 2 種類のホモログを比較したところ、1219 塩基中 69 塩基の違いが見られ、エクソン部分の配列比較では、849 塩基中 10 塩基の違いがみられた。また、推定アミノ酸配列に変換し両タイプを比較をしたところ、推定アミノ酸 282 個中 4 個の違いがみられた。Snowdrift Crab においても 2 種類のホモログを得るこ

とができ、Indian Summer Crab と同様に A タイプと B タイプに分類した。2 種類のホモログのイントロンを含む全体の配列を比較したところ、1027 塩基中 18 塩基の違いがみられた。A タイプと B タイプのエキソン部分の配列を比較したところ、849 塩基中 18 塩基の違いがみられた。また、推定アミノ酸配列に変換し両タイプの比較をしたところ、推定アミノ酸 282 個中 5 個のアミノ酸配列に違いがみられた。Indian Summer Crab と

Snowdrift Crab の推定アミノ酸配列を比較したところ、両品種の A タイプ同士ではアミノ酸 282 個中 2 個の違いのみで、アミノ酸配列が類似していることがわかった。また、B タイプ同士もアミノ酸 282 個中 1 個の違いがみられただけで、アミノ酸配列が類似していることがわかった。Indian Summer Crab F3'H 遺伝子 (A タイプと B タイプ) と、科の異なる *Arabidopsis thaliana*、*Glycine max*、*Vitis vinifera*、*Petunia × hybrida* の F3'H 遺伝子と推定アミノ酸配列の比較を行った。Indian Summer Crab F3'H 遺伝子と他科の F3'H 遺伝子の相同性は約 74 ~ 80% であった。他科の F3'H 遺伝子の中でも *Vitis vinifera* との相同性が高かった。

Indian Summer Crab F3'H 遺伝子および Snowdrift Crab F3'H 遺伝子には、*Vitis vinifera* や *Glycine max* などの F3'H 遺伝子に保存されている特徴的なアミノ酸配列 GGEK とドメイン構造である HR2 のアミノ酸配列が保存されていることもわかった。これらのことから、本研究で単離された

Indian Summer Crab F3'H 遺伝子および Snowdrift Crab F3'H 遺伝子は、他科の F3'H 遺伝子との高い相同性や特徴的なアミノ酸配列やドメイン構造が保存されていたことから F3'H 遺伝子として機能していることが示唆された。

リンゴ品種における F3'H 遺伝子は、Gold Rush、Granny、M9 などの品種において、10 種類の F3'H 遺伝子の EST が報告されている。これらの EST は根や葉、花、果実で発現したものであった。これらの EST と本研究で得られた Indian Summer Crab F3'H 遺伝子および Snowdrift Crab F3'H 遺伝子を比較したところ、塩基配列が重なる EST が 3 種類存在した。その 3 種類の EST はすべてリンゴ品種 Gold Rush の EST で、全て葉から発現したものであった。Gold Rush の 3 種類の EST と Indian Summer Crab F3'H 遺伝子の塩基配列を比較したところ、塩基配列では約 88 ~ 98% の相同性があり、推定アミノ酸配列では約 93 ~ 97% の相同性を示し、高い相同性を示した。

さらに、本研究で同定した 2 タイプの Indian Summer Crab F3'H 遺伝子の推定アミノ酸配列と、既知の *Arabidopsis thaliana*、

*Glycine max*、*Vitis vinifera*、*Petunia × hybrida* の F3'H 遺伝子の推定アミノ酸配列を基に、リンゴ品種 Gold Rush の F3'H 遺伝子 EST の 3 種類それぞれにおいて NJ 法によって系統樹の作成を行った。Indian Summer Crab の A タイプと Snowdrift Crab の A タイプ、また、Indian Summer Crab の B タイプと Snowdrift Crab の B タイプはそれぞれ同一にグループ分けされ、リンゴ品種 Gold Rush は少し離れたところにグループ分けされた。また、Gold Rush の 1 つの EST では B タイプのグループから枝分かれしていた。これらのことから、本研究で得られた Indian Summer Crab F3'H 遺伝子および Snowdrift Crab F3'H 遺伝子はリンゴ品種の F3'H 遺伝子とは異なるということが示唆された。本研究では、F3'H 遺伝子のゲノムにおけるホモログ数の推定は行っていない。*Vitis* では 4 つの F3'H 遺伝子ファミリーが報告されている。リンゴは倍数体であることから、本研究で得られた F3'H 遺伝子はアイソザイムや対立遺伝子である可能性も考えられる。また、*Vitis* の F3'H 遺伝子ファミリーはそれぞれ発現する器官が異なるため、Indian Summer Crab F3'H 遺伝子および Snowdrift Crab F3'H 遺伝子も同様に発現器官や発現時期が異なる可能性が考えられた。今後、ゲノミックサザンによって Indian Summer Crab F3'H 遺伝子および Snowdrift Crab F3'H 遺伝子のホモログ数を推定することが必要であると考えられた。さらに、それぞれの F3'H 遺伝子の全長配列を解明し、F3'H 遺伝子の発現部位や時期の調査を行うことによって、Indian Summer Crab および Snowdrift Crab における F3'H 遺伝子の知見が蓄積され、ケルセチン合成との関連性などが明らかになると考えられた。

#### 【まとめ】

当初の研究計画のうち、クラブアップル果実のヒトの健康に寄与する活性を検討し、その主たる有効成分のエピカテキン、プロシアニジン B2、ケルセチンに着目して、64 品種の活性成分の分布と季節変動を解析することができた。また、これらを多く生成する品種について、生合成経路に関わる遺伝子を解析し、ケルセチンを多く生成する品種で、新規のケルセチン合成酵素遺伝子を複数見出した。今後は、さらに有効成分の生合成に関して、物質レベルと遺伝子レベルで解析を進めるとともに、これまでに集積したデータを、有用品種作出に利用できる形で整理していく予定である。

5. 主な発表論文等  
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 6件)

岡田真理子、桜井健二、川井悟、吉澤結子、  
「クラブアップル果実エキスが示す前駆脂肪細胞に対する脂肪蓄積抑制活性の研究」  
(口頭発表)日本農芸化学会 2008 年度大会  
名古屋市、2008.3.28.

岡田真理子、吉澤結子、桜井健二、室伏旭、  
「クラブアップル果実エキスに含まれる前駆脂肪細胞に対する脂肪蓄積抑制物質の探索」  
(口頭発表)2007 年度日本栄養・食糧学会東北支部会 秋田市、2007.10.13.

桜井健二、小松谷正樹、武藤睦子、阿部和幸、  
別所英男、「自家結実性クラブアップル Sargent crab における新規自家不和合性遺伝子の構造解析」、園芸学会秋季大会、  
2007.9.29、香川大学、園学研6別2:439(2007).

岡田真理子、吉澤結子、桜井健二、川井悟、  
室伏旭、「クラブアップル果実エキスが示す前駆脂肪細胞に対する脂肪蓄積抑制活性の研究」  
(口頭発表)日本農芸化学会 2007 年度大会 東京 2007.3.26.

桜井健二、上田健治、吉澤結子、阿部和幸、  
「クラブアップルにおけるケルセチン合成関連遺伝子の解析」(ポスター発表) 果樹バ  
イテク研究会 . 2006.12.5-6、広島 .

岡田真理子、吉澤結子、桜井健二、室伏旭、  
「クラブアップル果実に含まれる前駆脂肪細胞に対する脂肪蓄積抑制物質の研究」、平成 18 年度日本農芸化学会北海道・東北支部  
合同支部会、2006.11.11、札幌市 .

[その他]

招待講演

吉澤結子、「前駆脂肪細胞 3T3-L1 の脂肪蓄積を指標とした食材の探索」(口頭発表)NPO 法人グリーンテクノバンク北方系機能性植物研究会、農業・食品・健康産業活性化シンポジウム『北方食資源を活用した健康産業活性化戦略』、2007.10.31 札幌市 .

6. 研究組織

(1)研究代表者

吉澤 結子 (YOSHIZAWA YUKO)  
秋田県立大学・生物資源科学部・教授  
研究者番号：20269202

(2)研究分担者

桜井 健二 (SAKURAI KENJI)  
秋田県立大学・生物資源科学部・准教授  
研究者番号：00315607  
室伏 旭 (MUROFUSHI NOBORU)  
秋田県立大学・生物資源科学部・教授

研究者番号：00011916  
(2006 年度のみ)

(3)連携研究者

川井 悟 (KAWAI SATORU)  
東京電機大学・理工学部・教授  
研究者番号：10328528  
岡田 真理子 (OKADA MARIKO)  
秋田県立大学・  
大学院生物資源科学研究科・  
修士課程学生  
(2006~2007 年度のみ)