

アピオスの調理に関する研究

Study on a Cooking of Apios (*Apios Americana Medikus*) Tubers

石田 佳恵*・小笠原康雄**・加藤 陽治*

Yoshie ISHIDA*・Yasuo OGASAWARA**・Yoji KATO*

要 旨

アピオス塊茎を家庭でどのように食することができるかについて、①食品の有する第3次機能（疾病予防効果など）を発揮できる加工であること、②食味官能試験により食味評価が高く、より美味しく食べられること、③調理方法が簡単であること、の三つの視点から検討した。10分程度のゆで時間による加熱調理方法および加熱時間が、もっとも簡単で、かつ美味しく食することができることがわかった。また、青森県内各地で栽培されたアピオス塊茎に含まれる澱粉と可溶性糖質の量には差があることもわかった。

キーワード：アピオス、澱粉、加熱調理、糖質

1. 緒言

近年、「食」と「健康」について消費者の関心が高まっている中で、健康食品ブームが続いており、その成分や効能が注目されている。

「アピオス」は、北アメリカ原産のマメ科ツル性植物である。複葉で、根茎は1メートル以上も伸び、その根茎には5～10センチほどの間隔で節がついている。この節は地上部の生長と共に次第に大きく肥大し。数珠状に連なった直径1～4センチ、長さ3～6センチのサトイモによく似た塊茎

となる（図1）。アピオスは、日本では青森県から広まっており、明治初期リンゴの苗木を大量に輸入したとき、根を包んでいた土の塊と一緒に入ってきたと言われている¹⁾。アピオスは一個あたりの重さは約10gで、ジャガイモと比較すると、鉄分は約4倍、タンパク質は約3倍、カルシウムは約30倍、さらにビタミンEが含まれており栄養価が非常に高い。さらに、アトピー、高血圧症、腰痛、糖尿病、便秘症の改善や解消、滋養強壮等の効果も知られている。最近では血圧上昇抑制作用および脂質代謝改善作用の可能性も報告されている²⁾。

現在、県内数箇所ではアピオスの栽培・販売がなされており、中でも、早い時期からアピオスの栽培普及に努めてきた天間林村などでは、村おこしの一つとして、アピオスを使った村特産品の開発

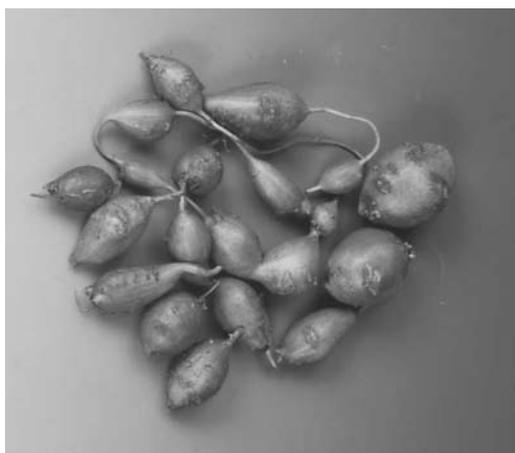


図1 アピオス塊茎

	上北	藤代	岩木	中里済 ^(a)	中里未 ^(a)	千年1	千年2
植付日	4/20	4/27	5/6	5/11	5/11	5/13	5/13
収穫日	11/13	11/2	11/17	11/19	11/19	11/19	11/19
サンプル ^(c)	5g以上 大	○					○
	5g未満 小	○	○	○	○	○	
ほ場	田	○	○	○	○		
	畑			○		○	○

(a) 区画整理と排水改善したもの (b) 未整理 (c) 収穫されたイモの1個あたりの重量で振り分けた

表1 アピオス栽培地リスト

* 弘前大学教育学部家政教育講座食物学研究室

Laboratory of Food Science, Department of Home Economics, Faculty of Education, Hirosaki University

** 青森県中南地方農林水産事務所

Chunan Regional Agricultural, Forestry and Fisheries Office, Aomori Prefecture Government

に積極的に取り組み、期待が高まっている。これまで、われわれは青森県の転作田におけるアピオス栽培の可能性について検討を進めてきた^{3, 4)}。また、アピオスの加工を考えた場合、その主成分である澱粉に関する基礎情報も必要であることから、アピオス塊茎のデンプンを含めた炭水化物組成についてイモ類や豆類と比較しながら研究を進め、その結果について報告してきた^{5, 6)}。本研究では、アピオスの主成分であるデンプンに注目し、アピオスの食材としての加熱調理操作における糖質の変化に視点をおき研究を行った。

2. 実験方法

1) 材料

青森県内の上北町、弘前市（藤代、千年）、岩木町、中里町の5箇所の栽培地で栽培したアピオスを用いた^{4, 6)}（表1）。また、天間林村産で市販されているアピオスを用いた。

2) アピオス可食部からデンプンの分離

皮をむいたアピオスに蒸留水を適量加え、ミキサーにて粉碎し、3枚重ねのガーゼで濾過した。濾液と残渣に分け、再度、残渣に同操作を行った。得られた濾液を一つにし、遠心操作（9,000 rpm、30分、20℃）にて上清と沈殿に分けた。沈殿画分はアセトン洗浄し風乾させ、乾燥重量を測定し「デンプン量」とした⁷⁾。上清（水可溶性画分）の全糖量をフェノール硫酸法⁸⁾により測定し「可溶性糖質量」とした。

3) デンプン粒の走査型電子顕微鏡観察

デンプン粒をイオンスパッタリング装置 IB-3 型イオンコーター（エイコー・エンジニアリグ製）により金蒸着し、走査型電子顕微鏡 S-2460N 形（日立製作所製）で観察した⁵⁾。

4) デンプン粒の粒度分布測定

デンプン粒の粒度分布を、レーザ回折/散乱式粒度分布測定装置 LA-910（堀場製作所製）で測定した⁵⁾。

5) 食味官能試験

弘前大学教育学部食物学研究室の学生（20代大学生10名〈男性：5名 女性：5名〉）に対して、食味官能試験を行った。天間林村産の市販のアピ

オスを用いて、以下の方法で調製したものを試料とした。(i)ゆでたもの（7、10、15分の加熱）と蒸したもの（7、10、15分の加熱）。(ii)10分間ゆで、ゆで上がり直後、ゆで上がりから1時間、3時間、5時間それぞれ経過したもの。評価項目は、①テクスチャーの評価項目（硬さ、ほくほく感、粉ふき、粘り、総合評価）、および②一般的官能試験評価項目（外観、香り、味（甘味）、硬さ、粘り）である。評価方法は、5が最も嗜好性が高く、1を最も嗜好性が低いという方法の5段階評価を用いた。

6) アピオスの加熱調理および加熱アピオスから可溶性糖質の調製

アピオス（天間林産、約20 g）を7分（api 7）、10分（api 10）、および15分間（api 15）それぞれゆでた。生の状態のもの（api 0）も用意した。これらを冷やしながらすりおろし、200 mlの冷えた蒸留水を加え、遠心操作（3,000 rpm、30分、4℃）した。上清（水可溶性画分）は100℃で5分間加熱処理した。得られた上清中の糖量をフェノール硫酸法により求め、グルコース相当量で示した。この上清を陰イオンクロマトグラフィーおよびゲル濾過クロマトグラフィーに供した。

7) 可溶性糖質の陰イオンクロマトグラフィー

イオンクロマト DX-300（日本ダイオネクス社）を用いた。分離カラムは CarboPac PA1 を、ガードカラムは CarboPac PA1 GUARD を用いた。分析は、溶離液 A（100 mM NaOH）と溶離液 B（100 mM NaOH / 500 mM CH₃COOH）を用い、0分時に A : B = 100 : 0 で、30分時に A : B = 70 : 30 になるように直線的グラジエントで、1.0 ml / 分の流速で行った⁹⁾。検出はパルスドアンペロメトリ検出器（金電極）を用いた。標準物質としてグルコース、フルクトース、スクロース、マルトースを用いた。

8) 可溶性糖質のゲル濾過クロマトグラフィー

濃縮・遠心後の上清（約20 mg グルコース相当量 / 1 ml）を、あらかじめ蒸留水で平衡化しておいた Bio-Gel P-2 のカラム（φ 2.5 × 46.5 cm）にのせ、蒸留水で溶出した。溶出液は3.0 ml ずつフラクションコレクターで集め、その中から適量とりフェノール硫酸法にて糖量を測定した。

9) 老化デンプンの測定

アピオス(天間林村産)を10分間ゆで、0分、1時間、24時間常温放置したものを試料とした。これらに0.1Mリン酸緩衝液(pH 6.9)を加え、すりおろし、酵素液(調製した唾液アミラーゼ含有リン酸緩衝液)を添加したものと、比較対照として酵素を失活させた酵素液を添加したものを用意し、それぞれを遠心管に入れ、40℃に温度を保持した振とう器で5分間振とうした。その後、100℃で5分間加熱処理し、遠心操作(3,000 rpm、30分、20℃)した。得られた上清の糖量をフェノール硫酸法により求めた。

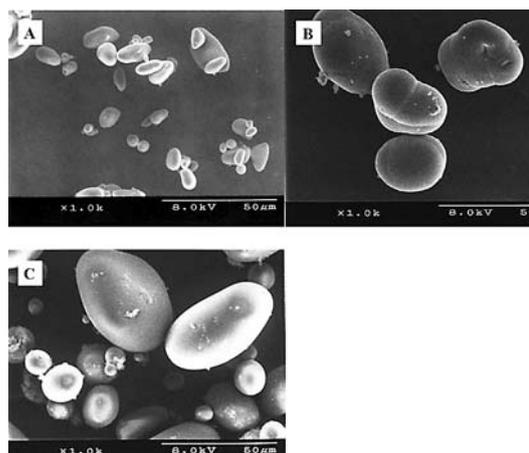


図2 アピオス、アズキ、およびジャガイモ澱粉の電子顕微鏡観察
A: アピオス、B: アズキ、C: バレイシヨ

3. 結果および考察

1) 栽培地の異なるアピオス塊茎中のデンプンおよび可溶性糖質

青森県内の5カ所で栽培したアピオス塊茎中の澱粉量と可溶性糖質量を表2にまとめた。デンプン量(A)は、岩木産のものが13.8gと少なく、次いで千年1、中里未、中里済、上北産の17~21.4g、千年2、藤代産が26g前後であり、含有量に大きな差が見られた。可溶性糖質量(B)は、デンプン含有量と関係なく、3~8.2gであった。比率(A/B)では、千年2が8.3と最も高く、他は2~5.6であった。田での栽培の方が畑での栽培(表1参照)よりデンプンおよび可溶性糖質ともに多い傾向が示された。これらのことから、アピオスの単位重量あたりのデンプン含有量及び水可溶性画分中の糖量は、栽培地の土壌環境(栽培環境)に関係すると考えた。

アピオスのデンプン粒子の形状はいずれも楕円形をしており、栽培地の違いにおける差はなかった。図2に、岩木産アピオスデンプン、および比較として用いたバレイシヨとアズキのデンプンの走査型電子顕微鏡観察写真を示す。バレイシヨのデンプン粒子はふっくらとした卵形をしており、

アズキのデンプン粒子は桃の実にあるような裂け目があった。アピオスのデンプン粒子の形状はバレイシヨに類似していた。また、アピオスのデンプン粒子の大きさは平均すると約10μmであり、バレイシヨ(平均粒子径47.75μm)やアズキ(平均粒子径20.79μm)よりも小さい粒子であることがわかった。

青森県内5カ所で栽培したアピオスは、デンプン粒子の形状・大きさにほとんど差はなく、デンプンと可溶性糖質含有量にのみ差があることがわかった。

2) アピオスの加熱調理

アピオスの食材としての加熱調理操作における調理科学的变化を分析するために、食味官能試験を行い、嗜好性の面から検討した。

「ゆで(7分、10分、15分加熱)」および「蒸し(7分、10分、15分加熱)」試料(i)、「ゆで(10分間ゆでた後、ゆで上がり直後、1時間放置したもの、3時間放置したもの、24時間放置したもの)」試料(ii)を、①テクスチャーの評価項目(硬さ、ほくほく感、粉ふき、粘り、総合評価)、および②一般的官能試験評価項目(外観、香り、味(甘味)、硬さ、粘り)で5段階評価し、ポイントをグラフ化した(図3-1~4)。

「ゆで」、「蒸し」試料(i)を評価項目①で評価した場合(図3-1、-2)、全体的に「ゆで」の方が評価は高かった。「ゆで」及び「蒸し」ともに、10分間調理したものが嗜好性は高く、テクスチャーによる違いなどが影響していると考えられた。また、「ゆで」試料(i)を評価項目②で評価し

試料	A: 可食部 100gあたりの デンプン量(g)	B: 可食部 100gあたりの 可溶性糖質量(g)	A/B
上北	21.37	6.94	3.1
藤代	26.34	5.98	4.4
岩木	13.80	5.34	2.6
中里済	19.17	8.21	2.3
中里未	18.00	4.79	3.8
千年1	17.02	3.06	5.6
千年2	25.74	3.12	8.3

表2 産地別アピオスのデンプンおよび可溶性糖質含有量

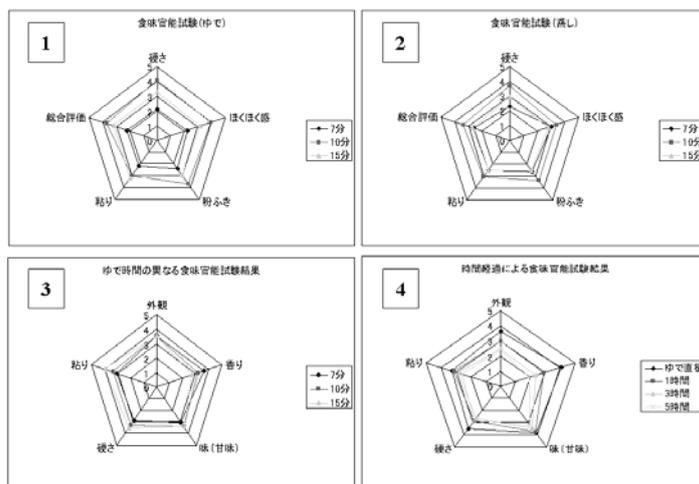


図3 加熱処理アピオスの食味官能検査結果

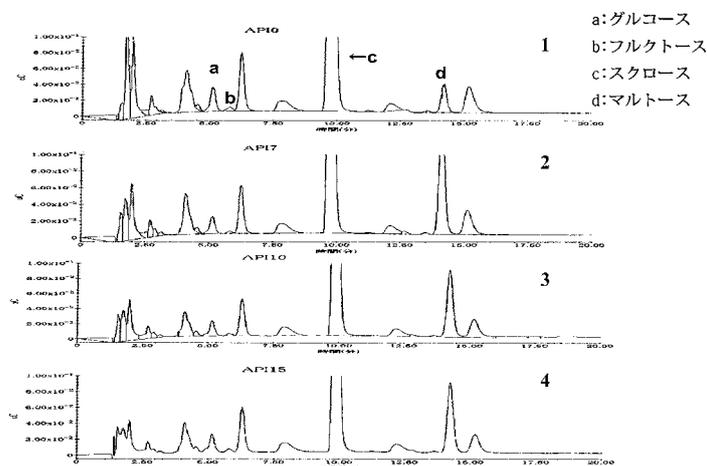


図4 加熱処理アピオスから得た可溶性糖質の陰イオンクロマトグラフィー
1:加熱なし、2:加熱7分、3:加熱10分、4:加熱17分

た場合 (図3-3)、ゆで時間の異なるアピオスの食味評価は、いずれも外観は相違なく、香りは7分ゆでたものが好まれ、甘味は、ゆで時間が長いほど、わずかに強く感じ好まれた。粘りは、15分ゆでたものが強く感じ好まれた。しかし、評価項目②の評価では、数分の異なるゆで時間で、あまり大きな違いは見られないと考えられた。

「ゆで」試料(i)(ii)を評価項目②で評価した場合 (図3-4)、時間の経過とともに外観は水分が抜けたようで評価が低く、香りもしなくなり評価が悪い。甘味と粘りについては、ゆで直後のものと1時間経過したものではあまり相違なく、おいしく食することができると考えられた。硬さについては、時間の経過とともに食味評価が下がることから、糊化したものが老化してきており、テクス

チャーの低下が要因となっている可能性が考えられた。全体的には、時間の経過とともに食味評価が下がっているが、ゆで直後とゆで上がりから1時間経過したものでは、香りを除けばそれほど大差はなく、1時間程度なら常温放置しても食味に大きな変化はないと考えられた。

デンプンは水の存在下での加熱操作により糊化すると同時に、一部一緒に存在するアミラーゼの作用も受け、低分子化すると考えられる。従って加熱時間の違いは、糊化の程度及び生成する低分子糖の量に差がある可能性がある。また、食味官能試験での甘味成分が増しておいしく感じるというのは、酵素がよく働き、糖化が進んだためと考えられる。そこで、加熱処理後の可溶性糖質の分析を行った。生の状態 (ゆで0分) 及び7分、10

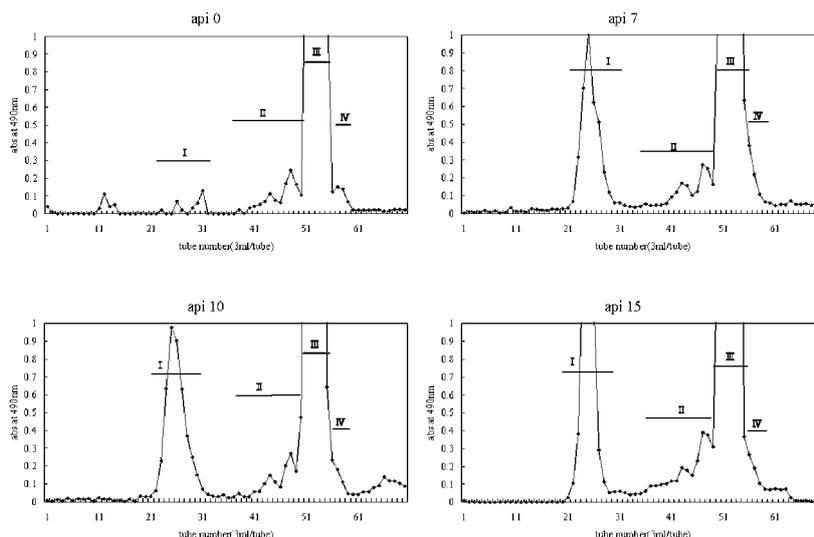


図5 加熱処理アピオスから得た可溶性糖質のゲル濾過クロマトグラフィー

画分 試料	I (void)	II (四糖・三糖)	III (二糖)	IV (単糖)	total sugar (mg)	
api 0	14.1	16.5	25.9	2275.5	18.8	2350.8
api 7	185.7	36.5	36.5	3041.5	19.9	3320.1
api 10	218.7	26.9	30.3	3058.4	30.3	3364.6
api 15	232.9	41.8	38.8	2645.2	26.9	2985.6

表3 加熱処理アピオスの可溶性糖質各画分の収量

分および15分ゆでたアピオスから加熱可溶性糖質を調製した。それぞれの収量は100 gあたり0分 (api 0) で2.92 g、7分 (api 7) で3.96 g、10分 (api 10) で4.2 g、15分 (api 15) で3.58 gであった。これらを用いて、イオンクロマトグラフィーによる単糖・オリゴ糖分析を行った (図4)。主にグルコース・フルクトースの単糖と、スクロース・マルトースの二糖が含まれていた。その割合 (%) は、グルコース：フルクトース：スクロース：マルトースが、生の状態では、1：0：95：4で、ゆでたものでは0.8~1.1：0：83~85：14~17であった。しかし、この4つの糖以外にも糖の検出が見られたので、未同定の単糖・オリゴ糖の存在も示唆された。さらに、Bio Gel P-2のゲル濾過クロマトグラフィー (Φ2.5×46.5 cm) に供し、オリゴ糖を分画し、各画分の糖量を測定した。画分Iを高分子画分 (void) とし、画分IIを四糖・三糖画分、画分IIIを二糖画分、画分IVを単糖画分とした (図5)。可食部100 gあたりの糖量は (表3)、いずれも画分IIIが最も多く、画分Iは加熱時間が長いほど増加傾向にあり、可溶化したデン

ブンに由来すると考えられる。食味官能試験での15分ゆでたものが最も粘り気を感じたという結果も考えあわせると、画分Iの可溶性多糖の増加が影響していると考えられた。甘味に関する画分IIIおよびIVに注目すると、7、10、15分では糖量に大きな違いは見られなかった。そこで、甘味に関しては、7分以上の加熱調理であれば相違はないが、加熱時間が長いほど香りが失われ、ゆですぎによりテクスチャーが好ましくないという食味官能試験の結果を総合すると、10分程度の加熱調理が適している。

食味官能試験において、ゆで上がりからの時間の経過とともに食味評価が下がることから、糊化したデンプンの一部が老化し、可溶性糖質量に差があるのではないかと考えられた。そこで、アピオスを10分間ゆで、ゆで上がり直後、1時間放置、および24時間放置試料の3種について、老化の程度を酵素法により分析した。唾液アミラーゼを添加したもの (A) と失活酵素液を添加したもの (B) とで酵素反応させ、それぞれより得られた可溶性糖質量の比率 (A/B) を比較すると、ゆで

直後の0分に比べて、1時間並びに24時間常温放置したものでは、比率がゆで直後とほとんど変わらなかった。よって、少なくともゆでた後24時間では糊化デンプンの老化現象は見られず、可溶性糖質量には、あまり大きな差はないと考えた。食味官能試験における甘味に関しての時間経過に伴う若干の評価の低下は、老化における糖質量の変化ではなく、むしろ、テクスチャーにおける変化であると考えた。

4. 総合考察

アピオスの適した調理加工の提案として、まず以下の3つの条件を考えた。1つめは、第3次機能（疾病予防効果等）を発揮できる加工であるというもの。2つめは、食味官能試験により食味評価が高く、おいしく食べることができるというもの。本研究では、一般的にゆで及び蒸して食べることが多いとし、最もおいしい加熱調理の時間を検討して適した調理時間を見出した。3つめは、調理方法が簡単でなければ、家庭でアピオスを使った料理は定着しないと考えたため、主な成分であるデンプンの特性をふまえた家庭で簡単にできる調理方法であるというもの。総合すると、10分程度ゆでて食べるときに最もテクスチャーなどが好まれ、味も十分おいしく感じるということが示唆された。また、食味官能試験に先立って行った、県内5カ所で栽培したアピオス中のデンプンおよび可溶性糖質含有量の分析結果は、栽培環境により、アピオス塊茎中の炭水化物量は変化することもわかった。

青森県で本格的（販売目的）にアピオス栽培が始まったのは、約十年くらい前からである。県の試験機関や農家らがメンバーとなって組織した「アピオス振興協議会」¹⁰⁾が先駆けで、現在は倉石村、天間林村、鱈ヶ沢町などを中心に栽培しており、積極的に地域の特産化を目指し、研究開発が進められ、様々な加工食品も販売されている。主な加工方法としては、粉末にし、小麦粉等に混合し、麺類やパン・お菓子の生地として利用している。また、アピオスの葉と茎に藍の葉を混ぜたお茶や、アピオスの花を利用したお茶なども市販

されている。

今後は、アピオスの有する機能特性を化学的に明らかにし、さらにそれを十分生かすことのできる加工食品などの開発研究が必要であり、期待するところである。

引用文献

- 1) 島 太郎監修：「ママアトピーなおったよ」光進社（1999）
- 2) 岩井邦久：アピオス（*Apios americana*）の高血圧および脂質代謝に及ぼす影響．日本栄養・食糧学会東北支部大会講演要旨．37, p.22, 弘前（2003）
- 3) 小笠原康雄，加藤陽治，藤崎浩幸：青森県の転作水田におけるアピオス栽培の可能性．弘前大学農学生命科学部学術報告．8, 46-51（2005）
- 4) Ogasawara, Y. and Kato, Y.: Study on the cultivation of apios (*Apios Americana* Medikus) in the upland field converted from paddy and its carbohydrate composition. *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 30, 1123-1126（2005）
- 5) 小笠原康雄，肥田野 豊，加藤陽治：アピオスの塊茎および花の炭水化物組成．日本食品科学工学会誌．53, 130-136（2006）
- 6) Ogasawara, Y. and Kato, Y.: Carbohydrate composition of apios tubers grown in converted paddy fields and common fields in Aomori prefecture. *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 31, 969-972（2006）
- 7) 中村道徳，貝沼圭二：I-3 澱粉の実験室的調製および精製，「澱粉・関連糖質実験法」，初版（学会出版センター、東京），p. 15（1986）
- 8) Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F.: Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28, 350（1956）．
- 9) 加藤陽治，伊藤聖子，渡邊敏幸：植物細胞壁多糖構成中性糖及び各種グルコ二糖類の陰イオンクロマトによる分析，弘前大学教育学部紀要，94, 47-52（2005）
- 10) 青森県アピオス振興協議会発刊冊子（1996）
（2008. 1. 16受理）