

ゴールデンキウイ（Hort16 A種）の ゼラチンゼリー形成と食味特性

柳沢幸江

Gelatin jelly formation and taste characteristic of golden kiwi (Hort16 A)

Yukie YANAGISAWA

ゴールデンキウイはキウイ特有のプロテアーゼ活性が極めて低いことから、従来のグリーンキウイと比較してのゼラチンゼリー形成を検討した。

ゴールデンキウイの果実の食味特性は、従来のグリーンキウイと比べてpHと糖度には有意差はなかったものの、甘味と酸味のバランスがよくえぐみが少なかった。ゼリー形成では、グリーンキウイを用いた果汁ゼリーでは果汁濃度1.5%までしかゼリー形成しなかったのに対して、ゴールデンキウイでは、果汁濃度が50%でもゼリー形成が充分可能であり、ゼリー形成に対する作用は双方に約40倍の差が認められた。また、果肉ゼリーの場合でもゴールデンキウイを50%添加してもゼリー形成が可能であった。官能評価の結果、果汁・果肉ゼリーとも30%程度の添加が、テクスチャー・味の両面から好まれた。

キーワード ゴールデンキウイ ゼラチンゼリー形成 プロテアーゼ 食味 硬さ

I 緒 言

キウイフルーツは、その特徴的なエメラルドグリーン色の果物として日本人にとってなじみ深くなった果物である。これは、高いプロテアーゼ活性（アクチニジン）を持つことが知られており¹⁻³⁾、調理性としてゼラチンゼリー形成抑制作用や食肉の軟化作用を持つことが既に数多く報告されている⁴⁻⁸⁾。しかし、近年ニュージーランドより日本向けに売り出された新品種であるHort16 A種（通称ゴールデンキウイ、商品名ゼスプリ・ゴールド）のキウイは、従来品種であるHayward種（緑色のキウイ）とは異なる食味と黄色い果肉を持つ品種である。このキウイの特性はアクチニジンが少ないことであり^{9,10)}、従来のキウイとは異なる調理特性を持つことが報告されている。

そこで今回は、従来のHayward種では作ることができなかったゼラチンによるキウイゼ

リーに注目し、ゴールデンキウイを用いた果汁ゼリーと果肉ゼリーのゲル特性とその食味について検討した。

Ⅱ 方 法

1. 試料の調整

1) 試料

キウイフルーツは市販のニュージーランド産Hayward種(商品名Zespri Green、以下グリーンキウイとする)およびHort16 A種(商品名Zespri Gold、以下ゴールデンキウイとする)の完熟果実を用いた。購入後は冷蔵庫内で保管し1週間以内に用いた。ゼラチンは市販の粉末ゼラチン(商品名 AU、製造者 宮城化学工業株式会社)、砂糖は市販の上白糖(商品名 白砂糖、製造者日新製糖株式会社)を用いた。

果汁の調製は日常の調理を考慮し、果実の皮と芯を除去した後、果肉をおろし金ですりおろし、1重のさらしで搾ったものを用いた。果肉は果実の皮と芯を除去した後、縦横8mm厚さ2mm程度の色紙切りにした。

尚、使用したキウイは全て少量の果汁を搾取し、糖度計とpHメーターにより糖度とpHを測定した。

2) ゼラチンゼリーの調製

① 果汁ゼリーの調製

ゴールデンキウイについては、ゼラチン濃度を通常濃度の3%と2%とし、果汁濃度はそれぞれ0、10、20、30、40、50%とした。また、グリーンキウイについては、ゼラチン濃度3%のみで、ゲル化可能な果汁2%未満濃度:0.1、0.5、1.0、1.5%とした。

ゼリーの調製は、以下の通りである。水に砂糖(全液量の10%相当量)と約3倍の水で膨潤しておいた粉ゼラチンを加え湯煎で65℃まで加熱し溶かした後、40℃以下まで放冷しゼラチン液を作った後、各果汁濃度になるように果汁を加えた。出来上がったゼリー液は50mlビーカーに35.0g分注し、インキュベーターにより1℃で3時間冷却した。

② 果肉ゼリーの作製

ゴールデンキウイを用い、ゼラチン濃度は3%で、果肉濃度は0、10、20、30、40、50%のものを作った。ゼラチン液は先と同様の方法で作製し、40℃以下に放冷した。あらかじめビーカーに各濃度別に果肉を電子ばかりで計量しておき、50mlビーカーにゼラチン液が果肉量と合わせて35.0gになるように注ぎ、インキュベーター内で冷却した。なお、果肉ゼリーについては、グリーンキウイを使った実験は行わなかった。

2. ゼリーの硬さの測定

果汁ゼリーの硬さの測定には、カードメーター (I techno Engineering ME—415型) を用いた。測定条件は、重錘100g、感圧軸直径11.3mm、電圧10mVとし、破断力、硬さを求めた。

果肉ゼリーの測定は、カードメーターでは果肉自体の硬さの影響が大きくなってしまったことが示された。そこで果肉の影響を受けにくい測定方法を検討し、テクスチャーアナライザーを用いて、球型プランジャー (直径20mm) で圧縮測定した。測定条件は圧縮スピード10.0mm/s、圧縮率は50.0%とした。

3. 官能検査

1) ゼリーの官能検査

被検者は、和洋女子大学の学生および教職員で10人とした。官能検査の方法は、評点法を用い、評価項目は以下の8項目とした。甘味、酸味 (非常に少ない: -3 ~ 非常に強い: +3)、甘味と酸味のバランス (酸味の方が強い: -2 ~ 甘味の方が強い: +2)、えぐみ (全く感じない: 0 ~ 非常に強く感じる: 5)、硬さ (非常にやわらかい: -3 ~ 非常に硬い: +3)、口どけ (非常によくない: -3 ~ 非常によい: +3)、果汁の濃度または果肉の量 (非常に薄い: -3 ~ 非常に濃い: +3)、(非常に少ない: -3 ~ 非常に多い: +3)。これらに加えて味・テクスチャー・おいしさの評価を1位・2位の呈示で行った。これは、1位を5点、2位を3点とし集計した。

検査は、ゴールデンキウイのみとし、果汁ゼリー・果肉ゼリーともゼラチン濃度3%とした。検査順序は、果汁濃度の低いゼリーからはじめ、順次果汁濃度を上げていった。検査は試料の温度が上昇しないようにインキュベーターから取り出し、直ちに行った。

2) キウイ果実の官能検査

グリーンキウイとゴールデンキウイの2種の官能検査を行った。被検者は、和洋女子大学の学生および教職員でのべ21人。官能検査の方法は評点法を用い、評価項目は甘味、酸味、甘味と酸味のバランス、えぐみとした。なお、評価基準はゼリーと同様である。

III 結 果

1. 食味特性

グリーンキウイとゴールデンキウイの糖度とpHの関係を図1に示した。分布からも分かるように、両者のキウイの糖度とpHの平均値には有意差はなく、また、糖度とpHには相関関係はなかった。しかし食味の官能評価は、図2に示したような差が認められた。グリーンキウイはやや甘味が少なく、やや酸味が強いために双方の味のバランスは酸味のほうが強い

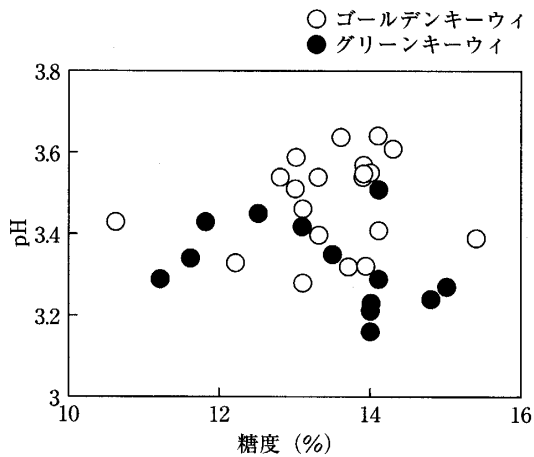


図1 キウイフルーツのpHと糖度の分布

○：ゴールドンキウイ
●：グリーンキウイ

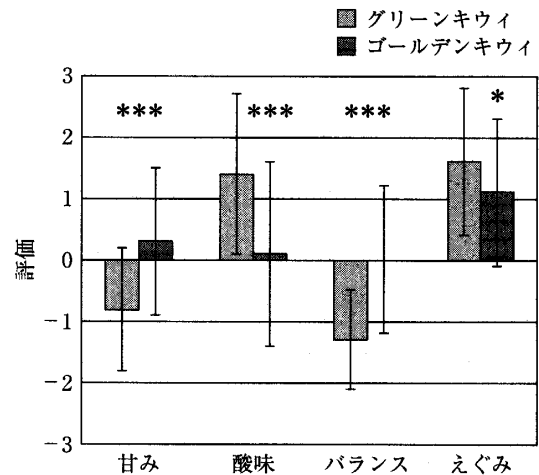


図2 ゴールドンキウイとグリーンキウイの食味比較

***：p<0.001 *：p<0.05

味と評価され、ややえぐみを感じられた。それに対してゴールドンキウイは、甘味・酸味・双方のバランスともに丁度良く、えぐみはほとんど感じない状態であった。これらの結果から、ゴールドンキウイの食味の特徴は、えぐみの感じ方が弱く、甘味と酸味のバランスのとれたキウイであることが示された。

2. ゼラチンゼリー形成

グリーンキウイ、ゴールドンキウイの果汁を添加したゼリーの硬さを図3に示した。物性測定においてゴールドンキウイは果汁濃度30%までは、破断点が出現するゼリーであったが、果汁濃度40%からは硬さが低下したため粘稠度のあるゼリーとなった。一方グリーンキウイは1.5%までは破断点が認められた。そのためここでは、全ての試料で計測可能である硬さを用いて比較した。両者の硬さの変化は著しく異なり、グリーンキウイ1.0%添加のゼリーは、ゴールドンキウイ50%添加より軟らかいゼリーとなった。また、グリーンキウイ0.5%添加とゴールドンキウイ20%添加とがほぼ同等の硬さとなった。グリーンキウイは2%添加でゲル形成が十分にされず、硬さの測定が不能となったのに対して、ゴールドンキウイは果汁の増加と共に比例的に硬さの低下が認められていったが、50%添加してもゼリー形成が可能であった。図4には、ゴールドンキウイについてゼラチン濃度3%と2%における硬さの変化を示した。2%ゼラチンゼリーは軟らかいため、3%のゼリーに比べてキウイ添加に伴う軟らかさの増加が少なかった。しかし50%まで果汁を添加しても、十分にゼラチンゼリー形成能が認められた。

次にゴールドンキウイの果肉ゼリー（ゼラチン濃度3%）の硬さの結果を図5に示した。

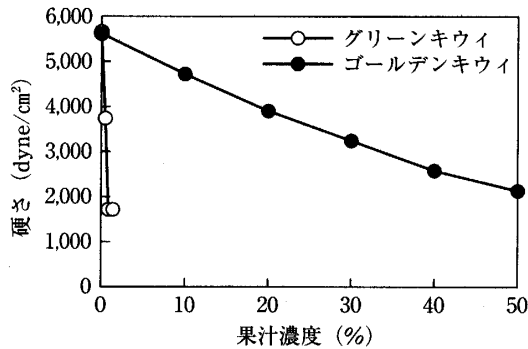


図3 果汁ゼリーの硬さの比較 (ゼラチン濃度 3%)

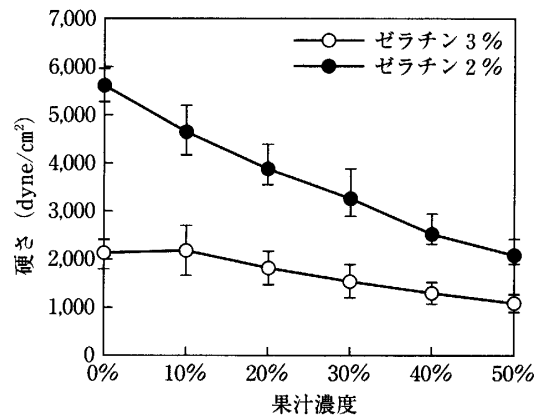


図4 ゴールデンキウイ果汁ゼリーの果汁添加量に伴う硬さの変化

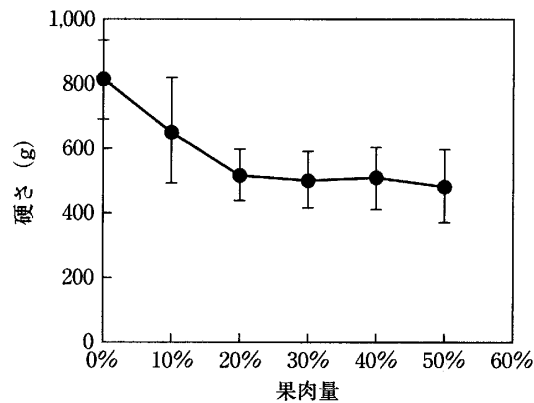


図5 ゴールデンキウイ果肉ゼリーの果肉添加量に伴う硬さの変化

果肉が入ることによって、ゼラチン部分のゼリーの硬さは低下するが、ゼリー中の果肉比が増えることでゼリー全体の硬さの増加が生じる。そこで、果肉の影響を受けにくい測定方法を検討し硬さを測定した結果、果汁濃度 0% から 20% までは、果汁濃度上がるにつれゼリーの硬さはほぼ比例的に低下したが、それ以上に果肉を増やすと、ゼリーの全体的な硬さの低下は認められなくなった。

3. 官能検査

表 1・2 に果汁ゼリーと果肉ゼリーの官能検査の平均値と標準偏差を示した。また、果汁ゼリーの味の変化を図 6 に嗜好評価結果を図 7 に示した。味の変化は、果汁の増加に伴い酸味が増加し甘味が低下したため、酸味と甘味のバランスはやや酸味が強くなっていく傾向があった。えぐみも果汁の増加に伴って増加した。しかし、これらの味の変化は 30% 添加までは大きく変化したが、それ以上の添加量では味の変化が緩慢となり差が小さかった。それに

表1 果汁濃度に伴う果汁ゼリーの官能検査値の変化

果汁濃度	甘 味	酸 味	バランス	え ぐ み	硬 さ	口 溶 け	果 汁 量
10%	0.3 (1.5)	-1.3 (1.2)	1.0 (1.1)	1.0 (0.9)	1.1 (0.6)	-0.1 (1.5)	-1.5 (0.7)
20%	-0.6 (1.3)	0.3 (1.1)	-0.6 (1.2)	1.3 (0.9)	0.7 (0.5)	0.1 (1.2)	-0.8 (0.9)
30%	-0.9 (1.0)	0.7 (1.2)	-0.7 (0.8)	1.4 (1.1)	-0.1 (0.7)	0.4 (1.0)	0 (0.8)
40%	-0.7 (0.8)	1 (0.8)	-0.8 (0.9)	1.6 (1.2)	-1.1 (1.1)	1.2 (1.1)	0.7 (0.9)
50%	-0.9 (1.4)	1.7 (0.9)	-1.4 (0.8)	1.6 (1.2)	-1.7 (0.9)	1.9 (1.1)	1.4 (1.0)

平均値 (標準偏差)

表2 果肉濃度に伴う果肉ゼリーの官能検査値の変化

果汁濃度	甘 味	酸 味	バランス	え ぐ み	硬 さ	口 溶 け	果 汁 量
10%	-0.6 (1.6)	-1.8 (0.8)	1.5 (0.5)	1.0 (0.5)	1.8 (0.4)	-1.2 (0.8)	-1.7 (0.7)
20%	-0.9 (1.4)	-1.0 (0.9)	0.4 (1.2)	1.1 (0.3)	1.1 (0.6)	-0.8 (0.8)	-0.6 (0.8)
30%	-0.7 (1.2)	-0.3 (0.8)	-0.1 (1.0)	1.5 (0.7)	0.5 (0.5)	0 (0.8)	0.3 (0.7)
40%	-0.7 (0.7)	0.1 (0.6)	-0.8 (0.6)	1.8 (0.8)	0.2 (0.6)	0.1 (1.1)	0.9 (1.0)
50%	-0.3 (0.9)	0.4 (0.7)	-0.7 (1.3)	1.9 (1.2)	0.1 (1.2)	0.8 (1.2)	2.1 (1.1)

平均値 (標準偏差)

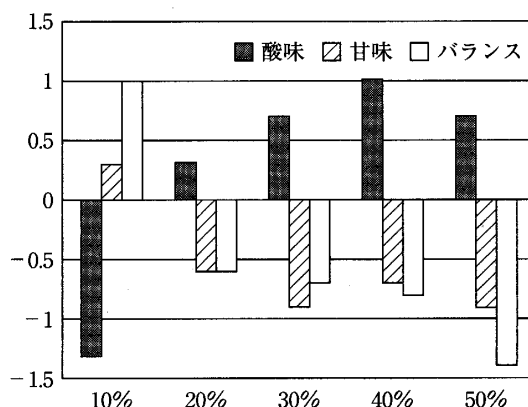


図6 果汁濃度に伴う、甘みと酸味の感じ方の変化

酸味・甘み：-2：かなり少ない、-1：少ない、0：丁度良い
1：やや強い、2：かなり強い

バ ラ ン ス：-2：酸味強い、-1：やや酸味強い、0：丁度良い
1：やや甘み強い、2：甘み強い

対して硬さの変化については、果汁量が増すにしたがって確実に軟らかい方に変化していき、口溶けもスコアの上昇が認められた。3%ゼラチンゼリーの場合、果汁無添加ではやや硬いゼリーとして評価されたが、果汁を50%添加したゼリーは軟らかく・口溶けの良いゼリーの評価となった。しかし50%果汁添加では果汁の量がやや多く、図7に示したように嗜好的に最も好まれたゼリーは、味・テクスチャー・総合ともに30%添加、次いで40%添加であった。

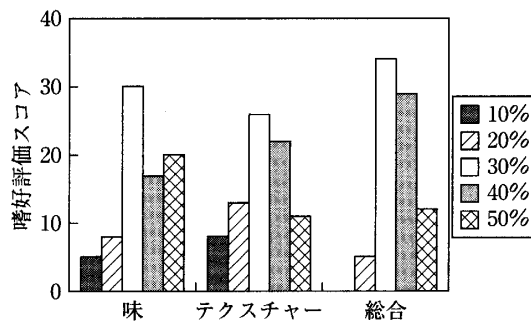


図7 果汁ゼリーにおける味・テクスチャー・総合的嗜好度の比較

次に果肉ゼリーの結果を示す。殆どの項目において、果肉ゼリーの方が添加量の増加に伴う変化が少なかった。また、甘味の感じ方は果汁ゼリーと異なり、20%添加以上で増加した。硬さに関しては、果汁ゼリーは添加量の増加に伴い軟らかくなったが、果肉ゼリーでは果肉自体が添加されているため、果肉30%以上では変化が緩やかになり50%添加しても、スコアが0付近であり、軟らかいという評価とはならなかった。嗜好評価の結果は図8に示したように、味の面では、30—50%までほぼ同様に好まれたが、テクスチャー・総合で30%添加が最も好まれた。

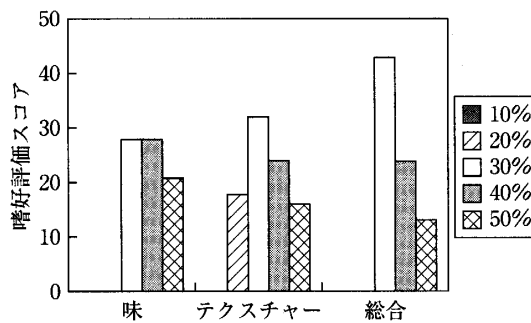


図8 果肉ゼリーにおける味・テクスチャー・総合的嗜好度の比較

IV 考 察

1. ゴールデンキウイの食味特性

はじめにグリーンキウイとゴールデンキウイのpHと糖度及び食味について考察する。前者はHayward種で後者はHort16 A種である。この両者の食味の差は官能検査によって、甘味・酸味・えぐみの全てに有意差が得られた。従来のキウイフルーツは甘味も強いが、酸味も強く食べ頃の見極めがし難いという欠点もあった。それに対して今回用いたHort16 A種は一般に酸味が少なく甘いという評判を得ている。今回の官能検査でも同様の結果が得られ

た。しかし、pH値、及び糖度計による糖度では全く差が認められなかった。キウイに含まれるたんぱく質分解酵素はアクチニジンとされるが、これは生食時の口腔刺激性が報告されている¹¹⁾。これらはいわゆる“えぐみ”を呈するものである。アクチニジンを分析した西山の報告¹⁰⁾によるとHaywardではアクチニジン濃度が2.9mg/mlであったのに対し、Hort16 Aでは検出されなかった。またプロテアーゼ活性での比較でも両者に約15倍の差が認められた。このように両者のアクチニジン量には明らかな差がある。pH値や糖度には差がないにも関わらず、甘味や酸味の官能検査に差が出たのは、アクチニジンによって口腔内での酸味や甘味の感じ方が何らかの影響を受け、ゴールデンキウイでは酸味の感じ方が低下し、その結果甘味を強く感じるようになったのではないかと推察される。

2. ゼラチンゼリー形成について

先に述べたように、Haywardにはアクチニジンが含まれ、プロテアーゼ活性が高いためゼラチンによるゼリー形成は不能である。今回の結果でも、果汁2%の添加でゼリー形成不能が認められた。それに対して、ゴールデンキウイでは50%果汁添加でもゼリー形成が可能であり、硬さのレベルはグリーンキウイ0.5%添加とゴールデンキウイ20%とがほぼ同等であった。このことから、ゼリー形成に対する作用は約40倍の差が認められた。先に示したプロテアーゼ活性自体の差と比べるとかなり大きく、ゼリー形成の結果得られる硬さのレベルでは、両者により大きな差が認められることが示された。今回のゴールデンキウイを用いた実験では、果汁濃度が50%になってもゼリー形成が可能であった。ただし、今回はゼリーの食味を考慮し果汁濃度50%を上限としたので、ゼリー形成可能域は不明である。食味上からは果汁30—40%濃度が好まれた。これは、ゼリー液1カップ(200ml)に対しゴールデンキウイが約1個の割合となる。

3. 果汁ゼリーと果肉ゼリーの比較

今回用いたゼリー液の砂糖濃度は10%としたが、キウイゼリーの甘味評価は果汁ゼリーでは果汁濃度が増すほど甘さの感じ方が低下したが、果肉ゼリーでは20%添加以降は添加量が増すほど甘さの感じ方は増加した。また、添加量増加に伴う酸味の増加も、果汁の方が大きく、果肉は少なかった。一方で、えぐみの感じ方の増加は果汁と果肉とに差が認められなかった。果実を摂取した場合、ゴールデンキウイでは甘味を丁度良いと感じることが官能検査からも示されている。これらのことから果肉ゼリーの場合は、果汁ゼリーとは異なり、添加量の増加にしたがって甘さが増加し、一方で汁を搾取したものの方が酸味が強く感じられ甘味の感じ方が減少したものと推測する。キウイの添加量は、両ゼリーとも30—40%程度が好まれた。特に果肉ゼリーでは50%添加では、殆ど果肉状態となりゼリーの範疇からはずれ

るようになった。

今回、ゴールデンキウイに関するアンケートを109名の女子大学生に行った結果、57%がゴールデンキウイを知っていたが、食べたことのある者は全体の27%に過ぎず、ゴールデンキウイは、まだグリーンキウイの様に一般化しているとは言えない。ゴールデンキウイは2000年頃から日本で市場展開されはじめたがグリーンキウイとは異なり、プロテアーゼ活性が低いいためゼラチンゼリーとしての利用が可能であることが示された。しかし、ゴールデンキウイの様な黄色の果肉を持つ果物は他に存在する。それに対して一般的なキウイの様な緑色の果物は少なく、その点にキウイの希少価値がある。緑色のキウイでプロテアーゼ活性の低い品種として「香粹」が報告されており¹⁰⁾、これらの品種が広く市場に展開されるとキウイの家庭での応用性がより高まると思われる。

V 要 約

ゴールデンキウイのゼラチンゼリー形成を検討し以下の結果を得た。

ゴールデンキウイの果実の味特性は、従来のグリーンキウイと比べてpHと糖度自体には有意差はないが甘味と酸味のバランスがよく、えぐみが少なかった。ゼリー形成では、グリーンキウイを用いた果汁ゼリーでは果汁濃度1.5%までしかゼリー形成が出来なかったのに対して、ゴールデンキウイでは、果汁濃度が50%でもゼリー形成が充分可能であり、ゼリー形成に及ぼす作用は約40倍の差が認められた。また、果肉ゼリーでもゴールデンキウイを50%添加してもゼリー形成が可能であった。しかし食味の点では果汁・果肉ゼリーとも30%程度の添加が好まれた。このゼリーの割合は、ゼリー液1カップに対しゴールデンキウイが約1個の割合となった。

VI 謝辞

本研究を行うにあたり多大なご助力をいただきました和洋女子大学健康栄養学科4年生(2001年度)の浅川貴美子さんに心よりお礼申し上げます。

VII 引用文献

- 1) Arcus, A, C: Proteoritic Enzyme of *Actinidia chinensis*, *Biochim. Biophys. Acta*, 33, 242-244 (1959)
- 2) 西山一朗: 精製アクチニジンによる筋原線維タンパク質分解作用のpH依存性、*家政誌*, 52, 1083-1089 (2001)

- 3) 垣内典夫、キウイフルーツ、果物の科学 伊藤三郎編、朝倉書店23-26 (1991)
- 4) 曾田功、金子美穂、佐藤隆英、中川弘毅、小倉長雄：キウイフルーツプロテアーゼの利用について、日食工誌、34、36-41 (1987)
- 5) 堤ちはる、三好恵子、谷武子、仙北谷至乃、殿塚婦美子、永弘悦子、河野聡子、吉中哲子：キウイフルーツの豚肉軟化効果について、家政誌、45、603-607 (1994)
- 6) 鮫島邦彦、石下真人、早川忠照：アクチニジン（キウイフルーツタンパク質分解酵素）による筋肉構成たんぱく質の分解、日食工誌、38、817-821 (1991)
- 7) 和辻敏子、宮元悌次郎：キウイフルーツの牛肉軟化効果について、調理科学、18、128-132 (1985)
- 8) 和辻敏子、宮元悌次郎：ゼラチンゼリー形成に及ぼすキウイフルーツプロテアーゼ阻害剤の影響、調理科学、22、317-321 (1989)
- 9) 西山一郎：キウイフルーツ果汁のたんぱく質分解作用（Hayward種とHort16A種の比較）日本家政学会誌、51、621~626 (2000)
- 10) 西山一郎、大田忠親：キウイフルーツ果汁のアクチニジン濃度およびプロテアーゼ活性の品種差、日食工誌、49、401-408 (2002)
- 11) Boyes, s., Strbi, p. and Marsh, h.: Actinidin levels in fruit of Actinidia species and some Actinidia arguta rootstock-scion combinations. Lebensm. Wiss. Technol., 30, 379-389 (1997)

(家政学部健康栄養学科助教授)