

アシタバに含まれる機能性成分（カルコン）に関する研究

木曾 雅昭・吉田 優子

I 緒 言

伊豆諸島に自生するセリ科のアシタバ (*Angelica Keiskei* KOIDZ.) は古くから自給野菜として食用とされてきた。近年は島の特産野菜として栽培が増加し、三宅島や神津島では生食用として東京市場に出荷され、八丈島では生食用のほかに乾燥・粉末に加工され、島のみやげ物として販売されたり、二次加工用の食品素材として島外へ出荷されている。

従来、アシタバに含まれる有用成分はビタミン類、ミネラル類¹⁾と考えられてきたが、その後アシタバ特有の成分として数種のカルコン誘導体の存在が明らかにされ^{2)~3)}、これらがアシタバの主要な機能性（保健）成分として注目されている。アシタバに含まれるカルコン類はポリフェノールに属する色素成分で、本種の茎葉を切断すると滲出する黄色汁液に含まれており、緑茶ポリフェノール（カテキン）などと同様に発ガン抑制作用、血栓抑制作用、抗菌作用など^{4)~6)}、さまざまな生理活性があることが解明されつつある。

そこで八丈島特産のアシタバ茶などの加工品についてカルコン類を中心とした品質特性を解析し、あわせてアシタバ植物体中のカルコン類の消長を明らかにしたのでその結果を報告する。

なお本研究をおこなうにあたり、貴重なカルコン類標品を分与いただいた大阪薬科大学馬場きみ江博士、並びに分析用試料でご協力いただいた農事法人あしたば農産会（八丈町）、株式会社日本葉緑素（清瀬市）の各位に深謝いたします。

II 材料および方法

〔試験1：アシタバ茶の品質と成分〕

- 試 料；1996年に八丈島内で生産されたアシタバ茶、同粉末などの加工品を収集し品質と成分特性を調査した。
- 分析法；色相=色差計。水分=赤外線水分計。カルコン類=高速液体クロマトグラフィー、カラム:COSMOSIL 5C18AR(4.6φ×250Lmm), 移動相:70%メタノール、流量:0.9ml/min、カラム温度:50℃、測定波長:UVat330nm。

長:UVat330nm。

〔試験2：植物体中のカルコン含有量の変動〕

- 試 料；東京都農業試験場八丈島園芸技術センターの試験場に栽培されるアシタバを供試材料とした。アシタバ1年生：1995年12月播種。2年生：1994年12月播種。サンプル採取：1996年8月～1997年7月。採取葉の熟度は生食出荷用の収穫基準とした。
- 分析法；カルコン類=高速液体クロマトグラフィー、分析条件は試験1と同じ。

〔試験3：栽培条件とカルコン類含有量の関係〕

- 試 料；試験2と同様に八丈島園芸技術センターのアシタバを供試材料とした。アシタバ2年生：1995年12月播種。3年生：1994年12月播種。抽苔期間中の試料採取は、抽苔前期は3年生株で4月の抽苔始め株、抽苔中期は7月の開花株、抽苔後期は9月の種子が褐変成熟し茎葉が枯れはじめた株とした。被覆栽培はタフベル3800S（遮光率45%）で45～60日被覆し、1998年7月10日に収穫した。施肥試験は窒素成分1N=2.5Kg/10aを毎月施用し2倍量区、3倍量区を設けた。

- 分 析；カルコン類=高速液体クロマトグラフィー、分析条件は試験1と同じ。

〔試験4：加工条件とカルコン類含有量の関係〕

- 試 料；乾燥条件試験の製造条件は第2表に示した方法でおこない、乾燥は製茶用乾燥機を用いた。蒸熱処理試験と乾燥粉末製造の前・後処理試験は八丈島内加工業者の試製品を供試した。蒸熱は100℃常圧で90秒。高圧散水洗浄は洗浄用高圧ポンプ20kg/cm²。高温蒸気滅菌は180℃20秒。
- 分 析；色相=色差計。カルコン類=高速液体クロマトグラフィー、分析条件は試験1と同じ。

III 結 果

1. 東京都におけるアシタバ生産の現況

伊豆諸島産の特産野菜アシタバの1996年から98年の3年間の生産量は、ほぼ900t前後で推移している。1998年の各島別の生産内訳は、八丈島が作付面積35haで収穫量444t、三宅島が同38haで304t、神津島が同8haで128tあり、伊豆諸島合計で作付面積92haで収穫

量975tの生産となっている⁷⁾。収穫量の内1/2程度は東京市場へ出荷され、残りは加工用、島内自給用、みやげ用などに消費されていると推定される。三宅島と神津島は生食用出荷が主で、加工用としての利用はほとんどない。一方、八丈島はアシタバ粉末などの加工用が70~80%を占め、生食用出荷は少ない。

生食用アシタバは各島とも農業協同組合による共撰共販体制が確立し、系統組織を通じ都内市場へ出荷される。一方、八丈島の加工アシタバは島内数カ所の工場で、乾燥チップ、粉末、茶などに乾燥加工され、それぞれの販路により島内外に販売されている。

2. アシタバ茶の品質と成分

八丈島内で生産されたアシタバ茶と、同粉末の品質を第1表に示した。外観はチップ状、粉末状、煎茶状、粉末固化造粒とさまざままで、チップ状のものは半製品で、島外へ出荷される二次加工素材である。水分含量は品質を保持するうえで重要な要素であるが、粉末状の形態で4~6%、チップ状の形態で7~9%程度の含水率であった。色については第1図の色度図にみられるように差異が大きく、葉茎部、根部や添加物などの原材料の差異のほかに、形態によっても淡緑色から緑褐色までさまざまな色沢を示した。

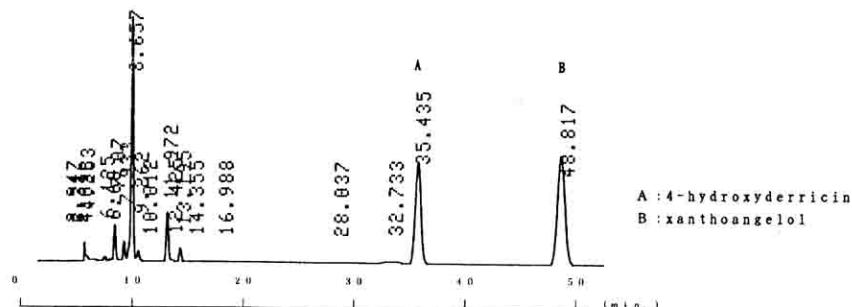
成分については第2図のクロマトグラムに見られるように2種類のカルコン誘導体すなわち、3'-(γ , γ -dimethylallyl)-2',4-dihydroxy-4'-methoxychalcone《4-hydroxyderricin=4-ヒドロキシデリシン》および2',4,4'-trihydroxy-3'-(E)-3,7-dimethyl-2,6-octadienyl]chalcone《xanthoangelol=キサントアンゴ

第1表 八丈島産アシタバ茶・粉末の品質

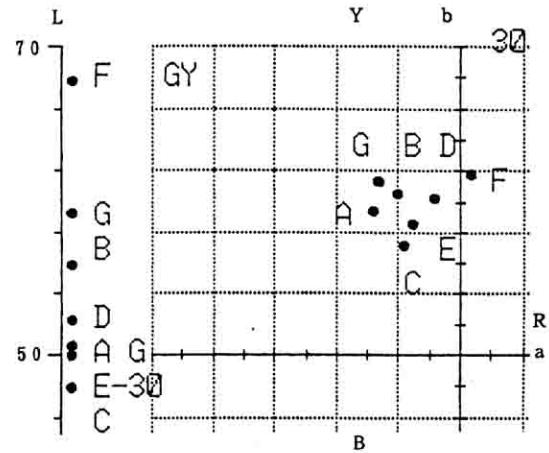
No.	形態	部位	測色 L a b	値 b/a	水分 (%)	Chalcones (mg/100g) ²⁾ hy xa
A	チップ状	葉茎	36.0 -8.44 14.06	1.67	8.6	76 117
B	チップ状	葉茎	45.2 -6.01 15.85	2.64	7.9	115 166
C	茶状	葉茎	31.4 -5.56 10.75	1.93	7.3	68 109
D	添加造粒	?	38.9 -2.48 15.24	6.15	3.7	11 26
E	粉末	葉茎	35.0 -4.69 12.81	2.73	4.2	16 21
F	チップ状	根	66.1 1.11 17.71	-15.05	6.7	225 178
G	粉末	葉茎	51.1 -7.92 17.00	2.15	6.0	72 119

注1)記号は加工工場ごとの異なる製品。第1~3図の記号も第1表に対応。

2)アシタバ粉末100gあたり。hy:4-ヒドロキシデリシン xa:キサントアンゴロール

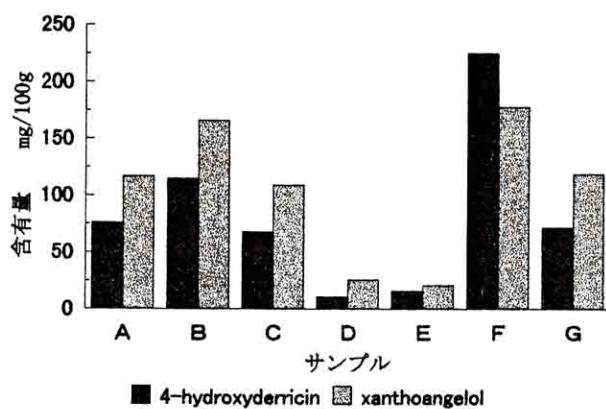


第2図 アシタバ抽出液の高速液体クロマトグラム



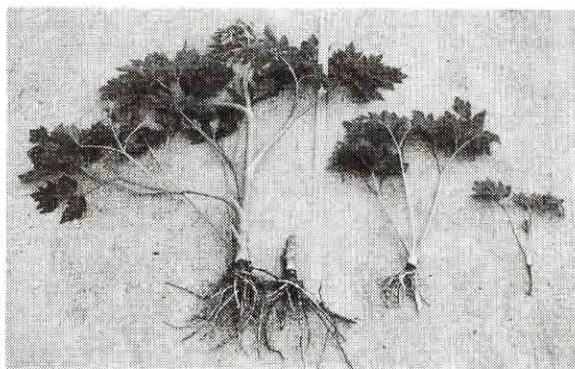
第1図 加工工場別の色相の差異

a軸:(+)Red, (-)Green. b軸:(+)Yellow, (-)Blue. L:明度. A~Gは第1表のNoに対応。



第3図 加工工場別のカルコン類含有量の差異

A~Gは第1表のNoに対応。



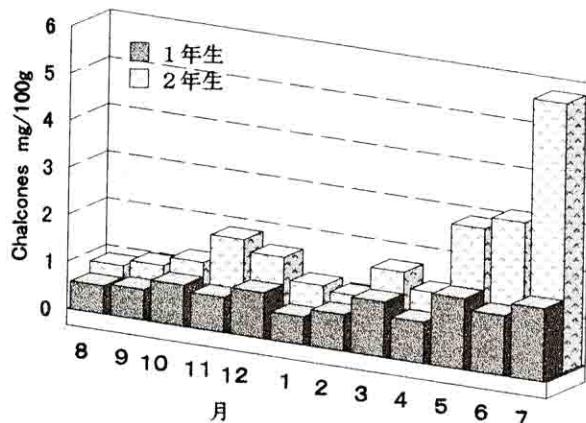
第4図 アシタバの供試植物体の部位

(左：3年生(抽苔)株 中：2年生株
右：1年生株)

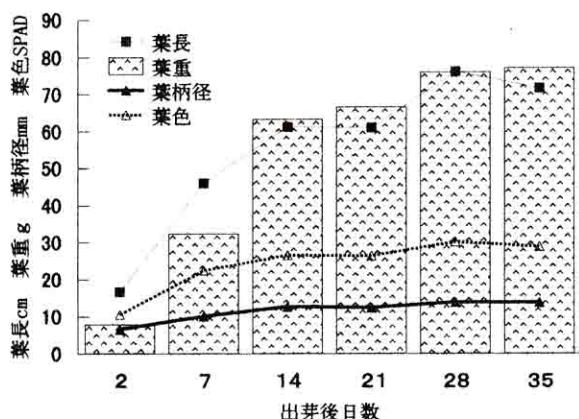
ロール》が、供試した全てのアシタバサンプルから分離、定量されたが、含有成分量は製品により差異が大きかった(第3図)。

3. 植物体中のカルコン含有量の変動

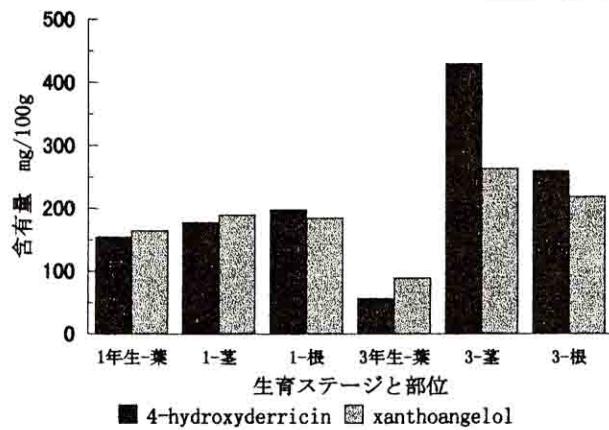
1996年の6月に採取したアシタバの植物体の部位とカルコン類含有量の関係を第4図と第5図に示した。採取部位や生育ステージによりカルコン類の含有量には違いがみられ、1年生株では部位による差は小さいが、3年生株の茎には4-ヒドロキシデリシンとキサントンангロールが多く含まれ、その含有量は一年生



第6図 生育ステージによるカルコン類含有量の変化



第7図 アシタバ新葉の生育 (2年生: '97.4)

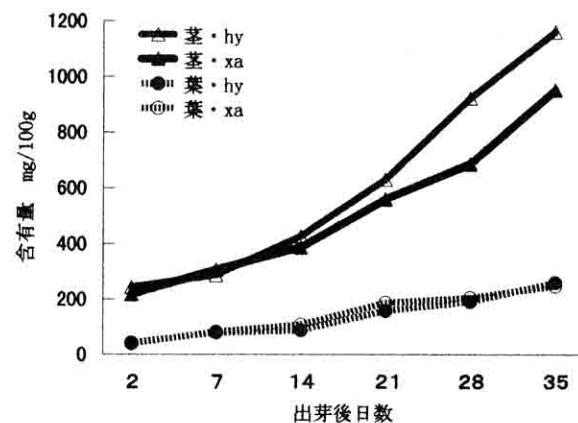


第5図 アシタバの部位別カルコン類含有量

の2倍ちかいことが明らかとなった。そこでアシタバに含まれるカルコン類含有量の植物体中での経時変化を追跡した結果が第6図である。栽培されるアシタバは、11月から12月頃播種され、翌年からほぼ周年収穫され、播種3年目の3年生の夏から秋に開花、結実し枯死するのが一般的である。その間の4-ヒドロキシデリシンとキサントンアンゲロールの変動は、1年生は生育期の秋と春に多く、冬にやや少ない傾向にあった。2年生ではその傾向が顕著で3年目の抽苔期になると急激に含有量が増加し、カルコン類の含有量は最大で5000mg/100 g(乾物100 gあたり)以上となった。また部位別では、全期間を通じて両成分とも葉より茎のほうが含有量が多く推移した。

アシタバの茎色の違いと部位別のカルコン含有量を比較したところ、葉では差はなかったが、赤茎系は茎部で385、根部で416mg/100 gに対して、青茎系は茎部に428、根部に478mg/100 g含まれ、青茎系がやや多い傾向がみられた。

アシタバ新葉の生育とカルコン含有量の関係を第7図と第8図に示した。新葉は出芽後2週間は急激に生育し、その後は生育が鈍り、ほぼ1カ月で成熟葉となる。カルコン類含有量は新葉の伸育と共に増加するが、含有量の経時変化は葉の生育とは逆で、出芽後2週間



第8図 新葉中のカルコン類含有量の変化 (2年生: '97.4)

は増加量は緩慢で、その後増加率が大きくなり、とくに茎(葉柄)でその傾向が著しかった。出芽1ヶ月経過後も、葉、茎共に含有量は増加を続けた。

4. 栽培条件とカルコン類含有量の関係

アシタバ生体中のカルコン含有量は生育ステージにより異なり、3年生の抽苔期の茎に急増することが明らかになったが(試験2)、抽苔期間中のアシタバの部位別カルコン含有量の推移を第9図に示した。抽苔期の茎主幹部はカルコン含有量が多く、抽苔期前期(4月)、中期(7月)、後期(9月)共に1,000mg/100g(乾燥葉100g当たり)以上含まれていた。抽苔期の根部も含有量が多く、500mg/100g以上含まれ、特に抽苔期後期の結実して地上部が枯れはじめた株の根部にカルコンが著しく蓄積された。抽苔期の古葉はカルコン含有量は少なかった。

遮光条件とカルコン類含有量の関係は第10図のとおりで、遮光によりカルコン含有量は大幅に減少した。

施肥量とカルコン類含有量の関係は、窒素施用量で1~3倍量の範囲では明瞭な関連性は認められなかつた(第11図)。

5. 加工条件とカルコン類含有量の関係

八丈島で生産されるアシタバ粉末などの乾燥加工品は、乾燥機により風乾処理するのが一般的な製造方法である。そこで第2表のような処理条件で同一原料のアシタバ茎葉を乾燥加工し、処理条件とカルコン類の成分含有量との関係を検討した結果を第12図に示した。乾燥機種(乾燥方法)、乾燥温度、乾燥時間および乾燥中の攪拌操作の有無と製品のカルコン類含有量の間には大きな差異はみられなかつた。

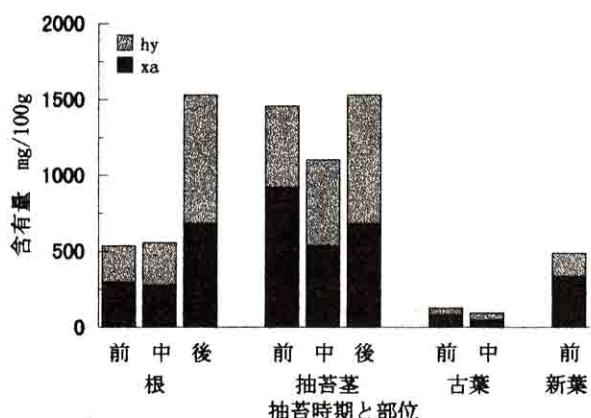
次に、乾燥加工前の植物体の蒸熱処理の有無と品質成分の関係を第13図と第3表に示した。アシタバの茎・葉をチップ状にスライスしたものを蒸熱後乾燥さ

第2表 乾燥条件と操作方法

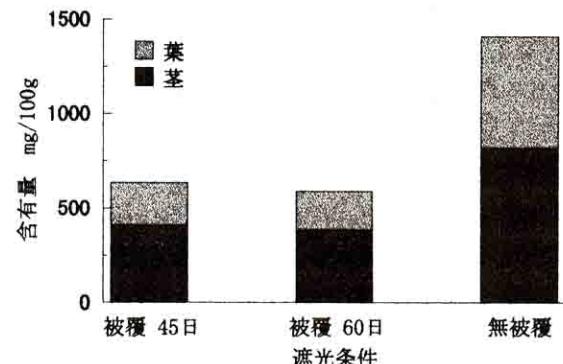
処理区 ¹⁾	乾燥機 ²⁾	温 度	攪拌操作	時 間
1	透気乾燥機	低	60℃	有 17 h
2	透気乾燥機	低	60℃	無 17 h
3	透気乾燥機	高	70℃	無 9 h
4	棚乾燥機	低	60℃	無 17 h
5	棚乾燥機	高	70℃	無 12 h
6	真空凍結乾燥機	低	-40→-50℃	無 8 h

注 1) No.1~4 とNo.5~6 は原料が異なる。

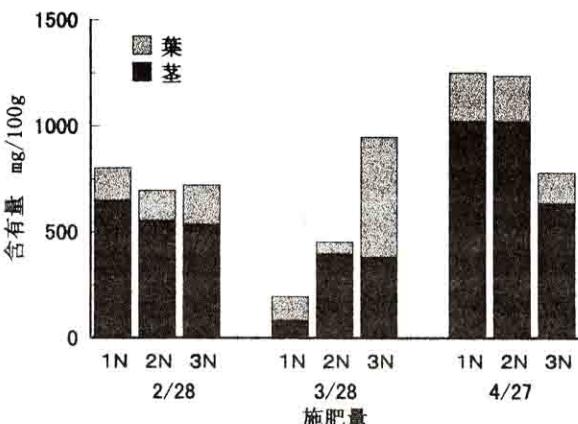
2) 透気乾燥機と棚乾燥機は2K型少量製茶機。



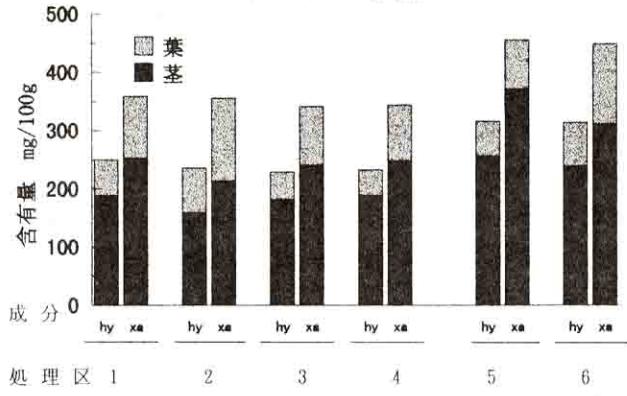
第9図 抽苔時期と部位別のカルコン含有量
抽苔前期：4月、中期：7月、後期：9月



第10図 遮光度とカルコン含有量の関係



第11図 施肥量とカルコン含有量の関係
2/28~4/27は収穫日



第12図 乾燥加工法とカルコン含有量の関係
処理区No.は第2表に対応
hy:4-hydroxyderrichin, xa:xanthoangelol

せると、緑色度が増し色沢は改善された。成分含有量はビタミン類の減少防止には有効であったが、4-ヒドロキシデリシンとキサントアンゲロールは減少するよう見受けられた。

次にアシタバ乾燥粉末製造の前処理および後処理工程におけるカルコン類含有量の変化の有無を検討した。アシタバ根部を乾燥粉末化させる場合、掘り上げたアシタバ根の複雑に分岐した枝根の基部に挿まる土砂を取り除く洗浄作業が欠かせない。その洗浄方法が乾燥製品のカルコン類含有量におよぼす影響および乾燥粉末化後の蒸気滅菌処理が製品のカルコン類含有量におよぼす影響について試験した結果を第4表に示した。洗浄処理方法では高圧散水法は低圧散水法より40%ほどカルコン類含有量が少なくなった。乾燥粉末の高温蒸気滅菌処理によるカルコン類の減少はほとんどなかった。

IV 考 察

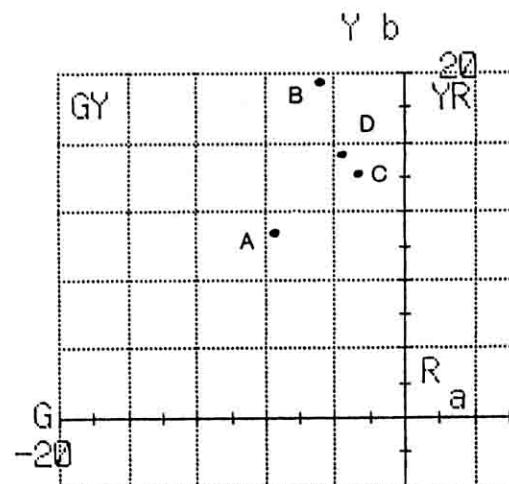
八丈島で生産されるアシタバ茶とアシタバ粉末の品質は、外観と成分に差異が大きかった。こうした品質格差は原料と製造方法の違いに起因すると推察され、その要因の解析を試みた。

品質構成要素として重要な製品の色については、緑色度は原料のアシタバのどの部位を使用するかにより差異が大きいが、用途、飲用法にかかわらずできるだけアシタバの緑色を保持することが重要であろう。茎葉部を使用する場合は、蒸熟後に乾燥することにより色沢の改善が可能であることがわかった。また乾燥製品の水分含量は品質を保持するうえで重要な要素で、7%を超えるものは色や風味の劣化が懸念され、乾燥度の確保や保存方法に充分注意を払う必要がある。

アシタバに含まれる機能性成分カルコンのうち4-ヒドロキシデリシンとキサントアンゲロールの植物体中の含有量の変化には特徴がみられた。アシタバは多年生草本で、播種後、夏期以外は1~2枚/月程度出芽しながら生育し、播種3年目の夏に抽苔・開花し枯死するが、生育ステージと植物体の部位によりカルコン類含有量には違いがみられた。

すなわち1年生株から3年生株にかけて季節的消長を繰り返しながら少しづつ増加して播種3年目の抽苔期に急増し、それまでに比べてカルコン含有量は数倍となり、茎部と根部に多量に集積することが明らかとなった。

植物体内で合成された物質は、植物の生長にともなって体内を転流し、さまざまな器官に集積するが、



第13図 蒸熟処理と色相の関係

A: 葉	蒸熟 ⇌ 乾燥	C: 茎	蒸熟 ⇌ 乾燥
B: 葉	生 ⇌ 乾燥	D: 茎	生 ⇌ 乾燥

第3表 乾燥方法と成分含有量の関係 [茎葉部]

成 分 ¹⁾	工程別含有量 (mg/100 g)	
	生 ⇌ 乾燥	蒸熟 ⇌ 乾燥
ヒドロキシデリシン	189.1	50.6
キサントアンゲロール	246.4	52.7
総カロチン	23.9	33.9
サイアミン	0.48	0.65
リボフラビン	1.37	1.57
ビタミンB ₈	1.03	1.01

注 1) ヒドロキシデリシン、キサントアンゲロール: カルコン
カロチン: ビタミンA サイアミン: ビタミンB₁
リボフラビン: ビタミンB₂

第4表 加工法がカルコン含有量に及ぼす影響

部位	処理法	Chalcones (mg/100 g) ¹⁾		
		hy	xa	計
根部	低圧散水洗浄	353	212	565
根部	高圧散水洗浄	205	129	334
根部	高温蒸気滅菌	243	124	367
根部	同無処理	249	132	381

注 1) hy : 4-ヒドロキシデリシン xa : キサントアンゲロール

アシタバ体内でのカルコン誘導体の生成、代謝および生育環境条件との関係を含めた移行形態などに関する報告は見当たらない。アシタバのカルコンは同植物中に含まれる黄色汁液である。植物色素としてのフラボノイドは多くの植物に存在するが、いわばその中間代謝物であるカルコン誘導体の形態のままで植物体中に含有するものは非常に少ない。野口はムラサキイモのカルコン合成酵素に関する研究の中で、色素生合成経路として、カルコン態は一次代謝物にあたり、容易に二次代謝でフラバンやアントシアニンやカテキンに代謝されていく一般的な経路を示している⁸⁾。また奥野らはベニバナの花弁色素の生合成経路を推定しているが、同色素類はキノカルコン構造を持つことが特徴で、同化合物はベニバナ以外にはみられないと報告している⁹⁾。これらによればアシタバは色素合成酵素の組成や合成過程が、他の多くの植物とは異なる特異な植物であることが示唆され、その結果体内に多くのカルコン類を含有すると考えられた。

次にカルコン類の合成される部位については、アシタバ幼植物は根、茎、葉とともにカルコンを含み、その含有量差も少ないとそれぞれの器官で生成されると考えられるが、抽苔期の根部や茎部の含有量増加の現象は、各器官による合成能力の差によるものか、転流・集積による結果なのかは本試験からは明らかでない。

アシタバ中のカルコン類は、生殖生長転換期に根部と茎部で急増するが、種子には全く含まれず、また開花後に枯死する茎部や根部への集積も次世代へ貯蔵物質として利用されることはない。

アシタバは茎の色により赤茎系と青茎系があり、八丈島は青茎系が多く分布し、三宅島以北の島々では赤茎系が優占することを報告した¹⁰⁾。両系統について部位別のカルコン含有量を比較したところ、茎部と根部で青茎系がやや多い傾向がみられた。両系統はクマリソニン類の成分組成に差異があり両者が同一型でない可能性¹¹⁾が報告されており、両系統のカルコン含有量やその消長に差異がある可能性が伺えた。

以上のようなアシタバ体中のカルコン類の転流集積の特性から、カルコン含有量の多い加工原料としては、古株の茎や根が適し、新葉については葉が展開し終えた成葉が若葉より適すると言える。

栽培条件とカルコン類含有量の関係では、遮光や窒素成分の増施はカルコン含量の増加に影響を与える、むしろ遮光によって含有量が減少した。伊豆諸島のアシタバ栽培では、日陰樹としてオオバヤシャブシ（カバノキ科）を利用する樹林下栽培が慣習的に行われて

いる。こうした栽培法は生育・収量にすぐれ¹²⁾、病害対策として有効¹³⁾という報告もありカルコン類含有量との関連も含めた適切な遮光度については今後さらに検討を加える必要がある。

加工条件とカルコン類含有量の関係については、乾燥温度、乾燥時間などの加工方法の違いによる含有量の差異は小さく、乾燥工程におけるカルコン類の損失は少ないと考えられた。アシタバを蒸熟処理した後、乾燥すると緑色度の向上とビタミン類の減少防止には有効であるが、カルコン類含量は減少した。これはアシタバをチップ状にした切断面からの溶出が考えられ、通常の蒸熟処理ではカルコン類の減少は避けにくいと考えられた。アシタバ根部を乾燥粉末化させる場合、前処理工程として根の洗浄作業が欠かせない。その能率化のため高圧散水洗浄を試みたが、この場合も根の切断面からのカルコンの流失が多く、洗浄法の改善が検討課題として残された。乾燥粉末の高温蒸気滅菌処理によるカルコン類の減少はほとんどなく、この点からも熱処理によるカルコン類の損失は少ないと考えられた。

V 摘 要

健康志向が高まり植物に含まれる機能性成分が注目される中、アシタバのカルコン類は今後重要な品質構成要素の一つになると考えられる。そこでアシタバ植物体中および加工品に含まれるカルコン類の消長を検討し、以下の結果を得た。

1. アシタバに含まれる2種類のカルコン（4-ヒドロキシデリシン、キサントアンゲロール）は新葉が成熟するにつれて含有量が増加し、茎部（葉柄）は葉部よりカルコンが多く含まれていた。
2. アシタバは生育ステージが進むにつれてカルコン類含有量は漸増し、3年生株の抽苔期に急激に増加し、茎や根に多量に蓄積された。
3. 栽培条件のうち、窒素増施はカルコン類含有量の増加に結びつかず、遮光条件はカルコン含量を低下させた。
4. アシタバ茶・粉末などの加工品に含まれるカルコン類含有量の多少は、原料の差異に影響されるところが大きく、乾燥工程におけるカルコン類の損失は少ないと考えられた。
5. 以上のことから、アシタバのカルコン含量を左右する最も大きい要因はアシタバの生育ステージと植物体の部位である。そこでアシタバの機能性成分を重視した利用を考える場合は、生育ステージや部位別時期

別のアシタバ生体中での、カルコンの含有量変化や動態に基づいた採取部位で調整するのが最も簡便で、栽培条件や加工条件で含有量の増加をはかるのは難しい。

引用文献

- 1) 科学技術庁編：四訂日本食品標準成分表（1982）
- 2) M. Kozawa, N. Morita, K. Baba, K. Hata: *Chem. Pharm. Bull.*, 25, 515-516 (1977)
- 3) 小澤 貢, 森田伸子, 馬場きみ江, 秦 清之: 薬学雑誌, 98, 210-214 (1978)
- 4) S. Murakami, H. Kijima, Y. Isobe, M. Muramatu, H. Aihara, S. Otomo, K. Baba, M. Kozawa: *J. Pharm. Pharmacol.*, 42, 723-726 (1990)
- 5) Y. Inamori, K. Baba, H. Tsujido, M. Taniguchi, K. Nakata, M. Kozawa: *Chem. Pharm. Bull.*, 39, 1604-1605 (1991)
- 6) 馬場きみ江, 谷口雅彦, 中田功二: *Foods food Ingredients J.*, 178, 52-60 (1998)
- 7) 農林水産省関東農政局編: 東京都青果物・花き生産出荷区市町村別統計表 (1999)
- 8) 野口博司: *Foods food Ingredients J.*, 187, 30-37 (2000)
- 9) 奥野智旦, 数馬恒平: *Foods food Ingredients J.*, 189, 5-13 (2000)
- 10) 木曾雅昭, 小川謙司: 東京農試三宅島園技セ成績書, 37-39 (1990)
- 11) 中田功二, 勝又博司, 谷口雅彦, 喜多俊二, 馬場きみ江: *Natural Medicines.*, 51(6), 532-536 (1997)
- 12) 野呂孝史: 園学雑誌, 58別1, 304-305 (1989)
- 13) 渋沢英城, 平野寿一: 東京農試研報, 26, 13-22 (1995)

Studies on Functional Components (Chalcones) in Ashitaba (*Angelica Keiskei* KOIDZ.) plants.

Masaaki KISO and Yuko YOSIDA

Summary

The physiological function of Ashitaba growing in Izu Islands of Japan attracts public interest. Ashitaba is the sole plants including the functional components (Chalcones). The levels of chalcones(xanthoangelol and 4-hydroxyderricin) in the plants were measured during their growth and in the process of drying plants.

The levels of chalcones was increased during the growth of new shoots. The chalcones contents in new growing shoots were a higher in stems than those in leaves. Bolting plants(3-year-old), chalcones notably increased and store up stems and roots.

The contents of chalcones in plants were not increased by high amount of nitrogen. However, shading plants decreased in their. Chalcones were not decreased in the process of drying shoots, leaves and roots.

From these results, the differences of the chalcones contents in Ashitaba powder were mainly due to the age of plants in field and parts of plucked their.