

県産農産物・微生物等の有する 生体調節機能の評価と機能性食品の開発 —きのこ類の機能性評価結果—

衛藤 慎也

衛藤慎也：県産農産物・微生物等の有する生体調節機能の評価と機能性食品の開発；きのこ類の機能性評価結果，広島県林技セ研報38：25～30，2006．ホンシメジ，コムラサキシメジ，マツタケなど，未栽培きのこや最近栽培が始まったきのこを対象に，抗高血圧機能に関係したアンジオテンシン変換酵素（ACE）阻害活性，抗アレルギー機能に関係したヒアルロニダーゼ阻害活性，抗糖尿病機能に関係した α -グルコシダーゼ阻害活性，抗酸化機能に関係した1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl（DPPH）ラジカル消去活性を調べた。その結果，コムラサキシメジとムラサキシメジの子実体熱水抽出物に，既存の栽培きのこの子実体熱水抽出物より高い，ACE阻害活性およびDPPHラジカル消去活性が見られた。コムラサキシメジについては，菌糸体熱水抽出物にもACE阻害活性およびDPPHラジカル消去活性が見られた。また，また，菌根性きのこのホンシメジは，近縁種のハタケシメジ同様，高いACE阻害活性を有することが示された。

[キーワード] 機能性，きのこ，ACE阻害活性，DPPHラジカル消去活性

1 はじめに

近年の健康志向の中で，食経験に基づく知見を積み重ねて，食生活を通じて生活習慣病を予防しようとする社会的願望が高まり，機能性食品，栄養補助食品，いわゆる健康食品への関心が高くなっている。このような状況の中，健康強調表示を可能とする特定保健用食品制度が1991年に制定され，許可品目数が，1998年度で33件，1999年度で55件，2000年度で69件，2001年度では73件と年々増加傾向にある¹⁾など，健康食品市場は急激に拡大している。しかし，広島県では，機能性食品に関する体系的な研究開発が立ち遅れているのが現状で，技術的蓄積が少ないことや規模が比較的小さいことなどから，食品の機能性をビジネス戦略として成果を上げている企業は極めて少ない。成長が期待される機能性食品分野に県内企業，農業生産組合等が積極的に進出できる技術支援基盤を確立することが急務となっている。

そこで，広島県では，県立食品工業技術センター，県立保健環境センター，県立農業技術センター，県立林業技術センターおよび県立大学が連携して技術開発に取り組む，「機能性食品開発プロジェクト」を2003年度に立ち上げた。このプロジェクトでは，広島県産の農産物，水産物，きのこ類，発酵微生物，加工食品等に含有され

る，生体内で健康の維持，改善に関与する機能性成分の有効性を科学的に評価することを重要な支柱とし，育種・栽培段階から新規機能性食品開発までの展開を図った。ここでは，当センターが担当した，きのこ類の試験管レベルでの機能性評価の結果について報告する。

2 材料と方法

2.1 きのこと

機能性を評価したきのこを表1に示した。ホンシメジ，コムラサキシメジ，マツタケなど，未栽培きのこや最近栽培が始まったきのこについて，子実体や培養菌糸体の利用を目的に機能性を評価した。また，これらのきのこと比較するため，エリンギ，シイタケ，マイタケなど，全国各地で生産され，また，多くの健康食品が作られているきのこについての評価も行った。

2.2 試料の調製方法

子実体及び培養菌糸体を37℃で乾燥して粉末にし，乾重の10倍量及び100倍量の蒸留水を加え1時間煮沸し，濾過した熱水抽出液を試料とした。なお，10倍量の蒸留水で抽出した場合に抽出液の回収が困難なきのことについては，20倍量の蒸留水で抽出して試料とした。また，培養が終了した培養液についても濾過して試料とした。

表1 機能性を評価したきのこ

種類(学名)	菌系(菌株名、品種名、生産地など)
エリンギ (<i>Pleurotus eringi</i>)	市販子実体(ホクト株式会社生産、生鮮品)
シイタケ (<i>Lentinula edodes</i>)	市販子実体(菌興115号、広島県産、乾燥品)
ハタケシメジ (<i>Lyophyllum decastes</i>)	林業技術センター保存菌株(Ld-H012)
	林業技術センター保存菌株(Ld-H022)
	三重県開発品種(亀山1号)
シャカシメジ (<i>Lyophyllum fumosum</i>)	林業技術センター保存菌株(Lf-H003)
	林業技術センター保存菌株(Lf-H006)
ホンシメジ (<i>Lyophyllum shimeji</i>)	林業技術センター保存菌株(Ls-H008)
	林業技術センター保存菌株(Ls-H010)
	林業技術センター保存菌株(Ls-H012)
	山口県産優良菌株(YG6L)
ブナシメジ (<i>Hypsizygus marmoratus</i>)	市販子実体(ホクト株式会社生産、生鮮品)
ムラサキシメジ (<i>Lepista nuda</i>)	野生子実体(広島県三次市で採取)
コムラサキシメジ (<i>Lepista sordida</i>)	野生子実体(広島県三次市で採取)
	林業技術センター保存菌株(Les-H004)
	林業技術センター保存菌株(Les-H006)
マツタケ (<i>Tricholoma matsutake</i>)	野生子実体(広島県三次市で採取)
	林業技術センター保存菌株(Tm-H001)
	林業技術センター保存菌株(Tm-H501)
ムキタケ (<i>Panellus serotinus</i>)	野生子実体(広島県北広島町で採取) 林業技術センター保存菌株(Pas-H001)
エノキタケ (<i>Flammulina velutipes</i>)	市販子実体(長野県産、生鮮品)
ナメコ (<i>Pholiota nameko</i>)	市販子実体(長野県産、生鮮品)
カンゾウタケ (<i>Fistulina hepatica</i>)	林業技術センター保存菌株(Fih-H001)
マイタケ (<i>Grifola frondosa</i>)	市販子実体(森51号、広島県産、生鮮品)
キクラゲ (<i>Auricularia polytricha</i>)	市販子実体(中国産、乾燥品)

ハタケシメジの子実体は、空調施設で、パーク堆肥を培地材料にして栽培した²⁾ものを用いた。ホンシメジの子実体は、空調施設で、押し麦を培地材料にして栽培した³⁾ものを用いた。ムラサキシメジ、マツタケ、ムキタケの子実体は天然のものを用いた。エリンギ、シイタケ、ブナシメジ、エノキタケ、ナメコ、マイタケ、キクラゲの子実体は商店で購入したものを用いた。ハタケシメジ、シャカシメジ、ホンシメジ、コムラサキシメジ、ムキタケ、カンゾウタケの菌糸体は、23℃で30日間、PGY液体培地(グルコース2%、イーストエキス0.2%、ポリペプトン0.02%、MgSO₄·7H₂O 0.05%、KH₂PO₄ 0.05%、pH5.5)で培養したものを用いた。マツタケの菌糸体は、23℃で90日間、浜田液体培地(グルコース2%、乾燥酵母0.5%、pH5.0)で培養したものを用いた。

2.3 機能性の評価方法

2.3.1 抗高血圧機能(循環器機能調節作用)

肺でアンジオテンシンIを強い昇圧作用を持つアンジオテンシンIIに変換する酵素である、アンジオテンシン変換酵素(ACE)の阻害活性を調べた。

ガラス試験管(12×75mm)に、NaClを300mM含む

50mM HEPES緩衝液(pH8.3) 185μl, 50mM Hip-His-Leu-OH(CALBIOCHEM製)水溶液25μl, 試料20μlを加え混合した。次に、ウサギ肺アセトン粉末(SI GMA製)からHEPES緩衝液(上記からNaClを除く)で抽出したACE溶液20μlを加え混合し、37℃で1時間反応させた。1N HCl 0.25mlを加えて反応を停止した後、酢酸エチル1.5mlを加えてボルテックスミキサーで15秒間攪拌し、酢酸エチル層1.0mlを別のガラス試験管に取り蒸発乾固した。乾固したガラス試験管に蒸留水1.0mlを加え、ボルテックスミキサーで十分に攪拌して溶解させた後、分光光度計で233nmにおける吸光度を測定した。また、コントロール(100%反応)として試料の代わりにその溶媒を加えたもの、ブランク(0%反応)として試料及びACE溶液の代わりにそれらの溶媒を加えたもの、試料ブランクとしてHip-His-Leu-OH溶液の代わりにその溶媒を加えたものについて測定した。なお、ACE溶液はコントロールの吸光度がおよそ0.6になるように希釈調製したものを用いた。

ACE阻害活性は次式により求めた。

$$\text{阻害率(\%)} = \frac{[(\text{コントロール吸光度} - \text{ブランク吸光度}) - (\text{試料吸光度} - \text{試料ブランク吸光度})]}{(\text{コントロール吸光度} - \text{ブランク吸光度})} \times 100$$

2.3.2 抗アレルギー機能(免疫機能調整作用)

炎症反応の発症時に高い活性を示す酵素である、ヒアルロニダーゼの阻害活性を調べた。

マイクロチューブ(容量1.5ml)に、試料50μl, NaClを77mMおよび牛血清アルブミン(ナカライテスク製)を0.01%含む20mMリン酸緩衝液(pH6.9)にヒアルロニダーゼ(牛精子由来、SIGMA製)を溶解した溶液50μlを加え混合し、37℃で15分間加温した。次に、ヒアルロン酸ナトリウム(微生物由来、ナカライテスク製)を0.4mg/mlになるように0.3Mリン酸緩衝液(pH5.3)に溶解した溶液100μlを加え混合し、37℃で45分間反応させた。反応後、牛血清アルブミンを0.1%となるように40mM酢酸緩衝液(pH3.75)に溶解した溶液1mlを加えボルテックスミキサーで攪拌し、5分間放置後、分光光度計で600nmにおける吸光度を測定した。また、コントロール(100%濁度)として試料及びヒアルロニダーゼ溶液の代わりにそれらの溶媒を加えたもの、ブランク(酵素によるヒアルロン酸の分解度)として試料の代わりにその溶媒を加えたものについて測定した。なお、ヒアルロニダーゼ溶液はヒアルロン酸のおよそ80

%が分解される濃度に希釈調製したものを用いた。
ヒアルロニダーゼ阻害活性は次式により求めた。

$$\text{阻害率 (\%)} = \frac{(\text{試料吸光度} - \text{ブランク吸光度})}{(\text{コントロール吸光度} - \text{ブランク吸光度})} \times 100$$

2. 3. 3 抗糖尿病機能 (血糖調節作用)

小腸で糖質をグルコースに分解する酵素である、 α -グルコシダーゼの阻害活性を調べた。

マイクロチューブに0.1M酢酸緩衝液 (pH6.0) 140 μ l, 4%マルトース (和光純薬製) 水溶液50 μ l, 試料20 μ l, ブタ小腸ホモジネート上清30 μ lを加え混合し, 37 $^{\circ}$ Cで20分間反応させた。反応後, 100 $^{\circ}$ Cで3分間加熱して酵素反応を停止し, 5000rpmで5分間遠心分離した。遠心上清20 μ lを別のマイクロチューブに取り, グルコース測定キット用発色試薬 (グルコースBテストワコーまたはグルコースC II テストワコー, 和光純薬製) 0.9mlを加え混合し, 37 $^{\circ}$ Cで20分間 (グルコースC II テストワコーの場合は5分間) 加温し, 分光光度計で505nmにおける吸光度を測定した。また, コントロール (100%反応) として試料の代わりにその溶媒を加えたもの, ブランク (0%反応) として試料及びブタ小腸ホモジネート上清の代わりにそれらの溶媒を加えたもの, 試料ブランクとして4%マルトース溶液の代わりにその溶媒を加えたものについて測定した。なお, ブタ小腸ホモジネート上清は県立広島大学武藤徳男教授が調製したものを用いた。

α -グルコシダーゼ阻害活性は次式により求めた。

$$\text{阻害率 (\%)} = \frac{[(\text{コントロール吸光度} - \text{ブランク吸光度}) - (\text{試料吸光度} - \text{試料ブランク吸光度})]}{(\text{コントロール吸光度} - \text{ブランク吸光度})} \times 100$$

2. 3. 4 抗酸化機能 (活性酸素消去作用)

活性酸素やフリーラジカルを消去する作用の指標として, 赤色のラジカル物質である1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) ラジカルの消去活性を調べた。

DPPH (SIGMA製) をエタノールに溶解し10mM溶液を調製し, それをエタノールで100倍に希釈した溶液0.98mlと試料20 μ lをマイクロチューブに取り, よく混合した後室温で20分間静置し, 分光光度計で516nmにおける吸光度を測定した。また, コントロール (100%反応) として試料の代わりに2mMアスコルビン酸 (和光純薬製) 水溶液を加えたもの, ブランク (0%反応) として試料の代わりにその溶媒を加えたもの, 試料ブラン

クとしてDPPH溶液の代わりにエタノールを加えたものについて測定した。

DPPHラジカル消去活性は次式により求めた。

$$\text{消去活性 (\%)} = \frac{[(\text{ブランク吸光度} - \text{コントロール吸光度}) - (\text{試料吸光度} - \text{試料ブランク吸光度})]}{(\text{ブランク吸光度} - \text{コントロール吸光度})} \times 100$$

また, 試料を250 μ lに増やした場合の測定も次のとおり実施した。試料を同量のエタノールと混合し3000rpmで5分間遠心分離した。その上清0.5mlと10mM DPPH溶液を50%エタノールで50倍に希釈した溶液0.5mlをマイクロチューブに取り, よく混合した後室温で20分間静置し, 分光光度計で516nmにおける吸光度を測定した。コントロール (100%反応) は試料の代わりに2mMアスコルビン酸水溶液を加えたもの, ブランク (0%反応) は試料の代わりにその溶媒を加えたもの, 試料ブランクはDPPH溶液の代わりに50%エタノールを加えたものについて測定し, 上記同様の式により消去活性を求めた。

2. 3. 5 供試数および実験回数

全ての実験において, 各試料, コントロール, ブランク, 各試料ブランクとも3本ずつ実験を行い, その平均値を測定値として阻害率・消去活性を計算した。実験は3回繰り返し, その平均値を各試料の阻害率・消去活性とした。

3 結果と考察

3. 1 抗高血圧機能

ACE阻害活性の評価結果を表2に示す。ハタケシメジ, コムラサキシメジ, ムラサキシメジ, マイタケでは, 子実体の100倍熱水抽出物の阻害率は20%以上であった。

コムラサキシメジは46.7%と最も阻害率が高く, 菌糸体の10倍熱水抽出物においても, Les-H004株が68.3%, Les-H006株が69.8%と阻害率が高かった。コムラサキシメジの安定した栽培技術はまだ開発されていない。しかし, 菌糸体を大量に培養することは容易であり, ACE阻害活性成分の同定, 動物実験による機能性評価, 製品開発など, 菌糸体を用いた次の段階の研究が期待される。

ハタケシメジについては高いACE阻害活性を有すること⁹⁾, マイタケについては動物実験で血圧降下作用が見られること⁹⁾が既に報告されており, 本研究ではハタ

表2 アンジオテンシン変換酵素 (ACE) 阻害活性の評価結果

試料 (調製方法, 菌系)	阻害率 (%)
ホンシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, YG6L)	4.7
ホンシメジ子実体 (10 倍熱水抽出, YG6L)	69.5
ホンシメジ菌糸体 (100 倍熱水抽出, YG6L)	-8.9
ホンシメジ菌糸体 (10 倍熱水抽出, YG6L)	64.0
ハタケシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, Ld-H022)	39.5
ハタケシメジ子実体 (10 倍熱水抽出, Ld-H022)	67.8
ハタケシメジ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Ld-H022)	-9.4
ハタケシメジ菌糸体 (10 倍熱水抽出, Ld-H022)	58.7
シャカシメジ培養菌糸体 (100 倍熱水抽出, Lf-H003)	9.9
マツタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	-4.4
マツタケ子実体 (10 倍熱水抽出, 野生採取)	57.4
マツタケ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Tm-H001)	-39.0
コムラサキシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	46.7
コムラサキシメジ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Les-H006)	-7.2
コムラサキシメジ菌糸体 (10 倍熱水抽出, Les-H006)	69.8
ムラサキシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	25.0
ムラサキシメジ子実体 (10 倍熱水抽出, 野生採取)	67.4
ムキタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	-9.2
ムキタケ子実体 (20 倍熱水抽出, 野生採取)	19.2
ムキタケ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Pas-H001)	1.1
カンゾウタケ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Fih-H001)	-14.1
エリンギ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	-4.0
エリンギ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	36.7
シイタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	-10.7
シイタケ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	35.1
ブナシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	-6.2
ブナシメジ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	67.1
エノキタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	-4.0
エノキタケ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	2.8
ナメコ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	-10.5
ナメコ子実体 (20 倍熱水抽出, 市販)	54.8
マイタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	24.6
マイタケ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	73.4
キクラゲ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	-4.7
キクラゲ子実体 (20 倍熱水抽出, 市販)	0.8

ケシメジ近縁種のホンシメジに注目した。ホンシメジ4株とハタケシメジ3株についての結果を図1に示す。ホンシメジの子実体は、100倍熱水抽出物の阻害率は低かったが、濃度依存性が見られ、10倍熱水抽出物の阻害率はハタケシメジ同様高かった。また、菌糸体の10倍熱水抽出物の阻害率は、ハタケシメジが子実体の10倍熱水抽出

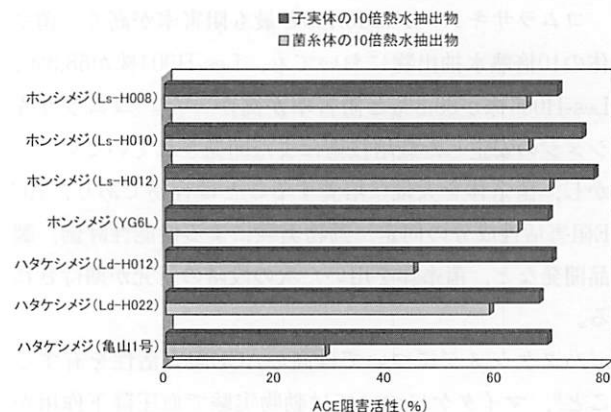


図1 ホンシメジ, ハタケシメジのACE阻害活性比較

物に比べ低かったのに対し、ホンシメジの場合は子実体の10倍熱水抽出物同様高かった。

なお、ムラサキシメジについては、液体培地で菌糸体を大量に増殖させるのが困難であったことから、菌糸体についての評価は行わなかった。また、培養が終了した培養液に関しては、ACE阻害活性は全く検出されなかった。

3. 2 抗アレルギー機能

ヒアルロニダーゼ阻害活性の評価結果を表3に示す。子実体の100倍熱水抽出物で阻害率が30%を超えるのはなく、コムラサキシメジの18.8%が最高であった。コムラサキシメジは、阻害率は低いが、菌糸体の10倍熱水抽出物でもヒアルロニダーゼ阻害活性が検出された。ムラサキシメジとマイタケは、子実体の100倍熱水抽出物ではヒアルロニダーゼ阻害活性が検出されなかったが、濃度依存性が見られ、子実体の10倍熱水抽出物の阻害率は30%程度であった。培養が終了した培養液に関しては、

表3 ヒアルロニダーゼ阻害活性の評価結果

試料 (調製方法, 菌系)	阻害率 (%)
ホンシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, YG6L)	-6.1
ホンシメジ子実体 (10 倍熱水抽出, YG6L)	-6.3
ホンシメジ菌糸体 (100 倍熱水抽出, YG6L)	-9.0
ハタケシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, Ld-H022)	-7.2
ハタケシメジ子実体 (10 倍熱水抽出, Ld-H022)	9.2
ハタケシメジ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Ld-H022)	-1.3
シャカシメジ培養菌糸体 (100 倍熱水抽出, Lf-H003)	0.4
マツタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	-6.1
マツタケ子実体 (10 倍熱水抽出, 野生採取)	-9.6
マツタケ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Tm-H001)	-13.9
コムラサキシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	18.8
コムラサキシメジ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Les-H006)	-3.8
コムラサキシメジ菌糸体 (10 倍熱水抽出, Les-H006)	18.1
ムラサキシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	-2.8
ムラサキシメジ子実体 (10 倍熱水抽出, 野生採取)	31.0
ムキタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	-5.9
ムキタケ子実体 (20 倍熱水抽出, 野生採取)	2.0
ムキタケ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Pas-H001)	1.5
カンゾウタケ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Fih-H001)	-14.1
エリンギ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	-16.7
エリンギ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	-3.3
シイタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	-10.8
シイタケ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	0.4
ブナシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	-6.0
ブナシメジ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	5.7
エノキタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	-15.2
エノキタケ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	-9.1
ナメコ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	-1.6
ナメコ子実体 (20 倍熱水抽出, 市販)	2.6
マイタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	-7.2
マイタケ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	34.2
キクラゲ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	1.9
キクラゲ子実体 (20 倍熱水抽出, 市販)	0.6

ヒアルロニダーゼ阻害活性は全く検出されなかった。

また、ヒト試験で抗アレルギー性が確認されている丸善製薬株式会社製造の黄杞茶⁶⁾を、比較の目的で、製品そのものを試料として同様の方法で実験したところ、ヒアルロニダーゼ活性が100%阻害された。このことから、今回評価したきのこには、強いヒアルロニダーゼ阻害活性を有する有望なきのこはなかったと判断した。

3.3 抗糖尿病機能

α -グルコシダーゼ阻害活性の評価結果を表4に示す。子実体の100倍熱水抽出物で阻害率が20%を超えるきのこはなかった。子実体の10倍熱水抽出物においても、阻害率が100倍熱水抽出物より上昇し、30%を超える高さになるものはなかった。また、幾つかのきのこでは、菌糸体の100倍熱水抽出物の方が子実体の100倍熱水抽出物より阻害率が高かった。しかし、菌糸体には単糖が多く含まれ試料ブランクの吸光度が高く、データの信頼性は低いと考えられた。なお、培養が終了した培養液に関しては、試料ブランクの吸光度が1.0を超えるものがある

表4 α -グルコシダーゼ阻害活性の評価結果

試料 (調製方法, 菌系)	阻害率 (%)
ホンシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, YG6L)	8.2
ホンシメジ子実体 (10 倍熱水抽出, YG6L)	16.1
ホンシメジ菌糸体 (100 倍熱水抽出, YG6L)	12.3
ハタケシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, Ld-H022)	0.6
ハタケシメジ子実体 (10 倍熱水抽出, Ld-H022)	7.2
ハタケシメジ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Ld-H022)	4.8
シャカシメジ培養菌糸体 (100 倍熱水抽出, Lf-H003)	3.6
マツタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	2.5
マツタケ子実体 (10 倍熱水抽出, 野生採取)	13.4
マツタケ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Tm-H001)	1.9
コムラサキシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	5.6
コムラサキシメジ子実体 (10 倍熱水抽出, 野生採取)	11.9
コムラサキシメジ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Les-H006)	12.3
ムラサキシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	-1.0
ムラサキシメジ子実体 (10 倍熱水抽出, 野生採取)	0.6
ムキタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	-0.3
ムキタケ子実体 (20 倍熱水抽出, 野生採取)	2.8
ムキタケ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Pas-H001)	12.7
カンゾウタケ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Fih-H001)	7.9
エリンギ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	15.3
エリンギ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	23.5
シイタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	16.3
シイタケ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	13.5
ブナシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	3.7
ブナシメジ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	8.4
エノキタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	7.3
エノキタケ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	3.4
ナメコ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	0.0
ナメコ子実体 (20 倍熱水抽出, 市販)	1.2
マイタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	1.0
マイタケ子実体 (10 倍熱水抽出, 市販)	12.5
キクラゲ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	1.9
キクラゲ子実体 (20 倍熱水抽出, 市販)	0.6

など、糖濃度が非常に高いため評価は行わなかった。

以上から、今回評価したきのこには、強い α -グルコシダーゼ阻害活性を有する有望なきのこはなかったと判断した。

3.4 抗酸化機能

DPPHラジカル消去活性の評価結果を表5に示す。コムラサキシメジとムラサキシメジでは、子実体の100倍熱水抽出物を20 μ l反応させた場合30%以上のDPPHラジカル消去活性が見られた。ホンシメジ、ハタケシメジ、マツタケ、マイタケでは、子実体の100倍熱水抽出物を20 μ l反応させた場合のDPPHラジカル消去活性は10%前後であったが、濃度依存性が見られ、子実体の100倍熱水抽出物を250 μ l反応させた場合のDPPHラジカル消去活性は75%以上となった。また、子実体の100倍熱水抽出物を20 μ l反応させた場合、DPPHラジカル消去活性が数パーセントであったきのこや、DPPHラジカル消去活性が検出されなかったきのこにおいても、濃度依存性が見られ、子実体の100倍熱水抽出物を250 μ l反応させた場合はDPPHラジカル消去活性が上昇した。

ハタケシメジとコムラサキシメジは菌糸体の熱水抽出物にもDPPHラジカル消去活性が検出され、菌糸体の100倍熱水抽出物を250 μ l反応させた場合のDPPHラジカル消去活性は70%以上であった。また、これらのきのこにおいては、菌糸体の培養が終了した培養液にもDPPHラジカル消去活性が検出された。

春日ら⁷⁾は150種のきのこのエタノール抽出物について

表5 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) ラジカル消去活性の評価結果

試料 (調製方法, 菌系)	消去活性 (%)	
	試料 20 μ l	試料 250 μ l
ホンシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, YG6L)	8.8	79.8
ホンシメジ菌糸体 (100 倍熱水抽出, YG6L)	-1.4	34.8
ホンシメジ培養液 (濾過, YG6L)	-1.4	14.6
ハタケシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, Ld-H022)	11.8	79.0
ハタケシメジ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Ld-H022)	5.0	87.6
ハタケシメジ培養液 (濾過, Ld-H022)	4.8	65.2
シャカシメジ培養菌糸体 (100 倍熱水抽出, Lf-H006)	4.3	71.2
シャカシメジ培養液 (濾過, Ld-H006)	-1.8	15.4
マツタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	9.7	86.6
マツタケ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Tm-H001)	-3.6	14.2
マツタケ培養液 (濾過, Tm-H001)	-2.3	-6.0
コムラサキシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	36.4	91.2
コムラサキシメジ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Les-H006)	3.6	70.6
コムラサキシメジ培養液 (濾過, Les-H006)	0.7	38.8
ムラサキシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	34.0	88.0
ムキタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 野生採取)	-1.7	64.8
ムキタケ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Pas-H001)	0.2	42.6
ムキタケ培養液 (濾過, Pas-H001)	-0.7	9.6
カンゾウタケ菌糸体 (100 倍熱水抽出, Fih-H001)	-0.9	46.2
カンゾウタケ培養液 (濾過, Fih-H001)	-1.1	29.8
エリンギ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	1.8	72.2
シイタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	1.4	67.8
ブナシメジ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	-3.4	19.4
エノキタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	2.3	65.2
ナメコ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	1.6	68.4
マイタケ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	13.1	82.4
キクラゲ子実体 (100 倍熱水抽出, 市販)	0.0	42.1

抗酸化能のスクリーニングをし、約1/3のきのこに何らかの抗酸化能があり、特にイグチ科の数種のきのこに高い抗酸化能が見られたことを報告している。本研究の結果も同様な傾向にあり、子実体の100倍熱水抽出物を20 μ l反応させた場合、評価したきのこの約1/3に10%以上のDPPHラジカル消去活性が検出され、特にキシメジ科のコムラサキシメジとムラサキシメジに高い活性が見られた。また、イグチ科のきのこの抗酸化能については色素成分が関与していることが明かにされており⁹⁾、全体が紫色をしたコムラサキシメジとムラサキシメジも、色素成分が抗酸化能に関与していることが考えられる。次の段階の研究として、これらのきのこに含まれる色素成分の同定が期待される。

4 おわりに

紫色をした野生の食用きのこであるコムラサキシメジとムラサキシメジが、既存の栽培きのこに比べ、抗高血圧機能に関係した高いACE阻害活性、および、抗酸化機能に関係した高いDPPHラジカル消去活性を有することが示された。これらのきのこについては、幾つかの公立の林業関係試験研究機関で栽培化の研究⁹⁾が進められているが、安定した栽培技術はまだ開発されていない。しかし、コムラサキシメジに関しては、菌糸体を大量に培養することは容易であり、ACE阻害活性およびDPPHラジカル消去活性が菌糸体にも認められることから、機能性成分の同定、動物実験による機能性評価、製品開発など、菌糸体を用いた次の段階の研究が今後期待される。また、栽培が可能になった菌根性きのこのホンシメジに関しては、近縁種の花タケシメジ同様、高いACE阻害活性を有することが示され、機能性成分を目標にした育種などの取り組みも今後期待される。

最後に、機能性の評価方法について御指導頂きました、県立広島大学武藤徳男教授に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 厚生労働省ホームページ
web <<http://www.mhlw.go.jp/index.html>>
- 2) 菅野昭・西井孝文(2000)新特産シリーズ ハタケシメジ.96~120, (社)農山漁村文化協会, 東京.
- 3) 太田明(1998)ホンシメジの実用栽培のための栽培条件, 日菌報, 39, 13~20.
- 4) 卯川裕一ほか(2001)ハタケシメジのアンジオテンシ

ンI変換酵素阻害活性および抗腫瘍活性, 日本食品科学工学会誌, 48, 58~63.

- 5) 大鶴勝ほか(1999)マイタケ投与が高血圧自然発症ラットの血圧及び体重に及ぼす影響, 日本食品科学工学会誌, 46, 806~814.
- 6) 水谷健二ほか(2002)黄杞茶ポリフェノールの抗アレルギー性と抗酸化機能, 日本食品新素材研究会誌, 5, 48~54.
- 7) 春日敦子ほか(1993)キノコ類抽出物の抗酸化活性, 日本食品工業学会誌, 40, 56~63.
- 8) Kasuga et al.(1995)Antioxydant activity of fungus *Suillus bovinus* (L:Fr.)O.Kuntze, J.of Food Science, 60, 1147~1150.
- 9) 林野庁(2005)バイオテクノロジー実用化型研究成果「ニュータイプきのこ資源の利用と生産技術の開発」.