

## コレステロール添加高脂肪食飼育ラットの血漿脂質に及ぼす 各種キノコの影響

### Effects of some edible mushrooms on plasma lipids in rats fed high fat diets supplemented with cholesterol

志塚 ふじ子<sup>\*1§</sup>、松澤 恒友<sup>\*2</sup>、滝沢 潤<sup>\*2</sup>、市川 昌紀<sup>\*3</sup>

Fujiko Shizuka, Tsunetomo Matsuzawa, Jun Takizawa, Masaki Ichikawa

**Abstract:** Effects of four edible mushrooms (Shiitake: *Lentinula edodes*, Enokitake: *Flammulina velutipes*, Bunashimeji: *Hypsizygus marmoreus*, Agitake: *Pleurotus eryngii* ver. *ferulae*) on plasma lipids were evaluated in rats. Experimental diets containing 5% mushroom powder and 20% fat supplemented with 1% cholesterol and 0.25% sodium cholate were fed to 4 week-old female SD rats for 2 weeks. Body weight and food intake were significantly ( $p < 0.05$ ) lower in Agitake and Enokitake groups, respectively, compared to control group. Liver weight was significantly lower in both Agitake and Enokitake groups than in control group. Cecum weight was heaviest in Enokitake group among the groups. Plasma total cholesterol was lower in Shiitake and Enokitake groups, higher in Bunashimeji and Agitake groups, compared to control group. The present results showed different effects of mushrooms on lipid metabolism depending on the kinds of mushrooms.

**Keywords:** Hypocholesterolemic effect, Shiitake, Enokitake, Bunashimeji, Agitake

#### 1. はじめに

生活習慣病であるメタボリック症候群は、近年ではわが国のような先進国のみならず発展途上国においても問題となってきており、世界的な健康問題といえる。食生活は健康の維持・増進や疾病の予防に大きな役割を果たしていることから、日常的に摂取する食品の機能性についての研究が活発に行われている。その結果、茶のカテキン<sup>1)</sup>、唐辛子のカプサイシン<sup>2)</sup>、ゴマのセサミン<sup>3)</sup>などに脂質代謝改善効果が見出されている。

食用キノコの大部分は担子菌類に属し、食物繊維を多く含み低カロリーであるという特徴を有する。わが国ではシイタケ、エノキタケ、ブナシメジ、マイタケ、ナメコなど多種類のキノコが生産・消費されており、健康食材としての評価が定着している。実際、これらのキノコには抗腫瘍活性<sup>4~7)</sup>、血清コレステロール低下作用<sup>8~13)</sup>、血圧低下作用<sup>14)</sup>及び血糖上昇抑制作用<sup>15)</sup>など様々な機能が確認されている。しかし、同一実験条件下で機能性の比較を行った研究は少なく、キノコの種類による生理効果の差やその作用機序について十分な解明がなされているとは言えない。

本研究では、わが国における生産量が多い3種類のキノコ（シイタケ、エノキタケ、ブナシメジ）<sup>16)</sup>に、まだあまりなじみのない新種のキノコであるあぎ茸を加えた4種類のキノコについて、主に血漿脂質に及ぼす影響を比較検討した。あぎ茸は、近年になって長野県中野市で人工栽培に成功し市場に出回り始めた目新しいキノコである。あぎ茸は、ヒラタケの仲間、傘はシイタケ、軸はエリンギのような形をした肉厚なキノコであり、食用キノコとしては、食感が良く、旨味が多いという特徴をもつ<sup>17)</sup>。あぎ茸には遊離アミノ酸含有量が高いことが確認されているため、その旨みにはグルタミン酸等の遊離アミノ酸の味も関係していることが考えられる。古く漢方では老化やガン予防、生活習慣病に効果があるとされてきた<sup>18)</sup>ようであるが、高級食材であるため、一般庶民が食することはなかったようである。あぎ茸が一般に食べられるようになると、あぎ茸の健康食材としての効能も期待されるが、これまであぎ茸の生理効果についての研究はほとんど行われていない。

\*1 長野県短期大学 生活科学科 健康栄養専攻 \*2 信州大学 工学部 物質工学科 \*3 JA 中野市  
§ 連絡先 〒380-8525 長野県長野市三輪 8-49-7 TEL 026-234-1221 FAX 026-235-0026

## 2. 方法

### (1) 動物の飼育及び実験食の調製

動物は4週齢のSD系雌IGSラットを日本チャールス・リバーKK（横浜）より購入し、室温25℃、12時間明暗サイクル（8：00点灯、20：00消灯）の部屋でステンレスケージに入れ個別飼育した。市

販固形飼料による3～4日間の予備飼育後、実験に供した。実験食による飼育期間は2週間とした。実験期間を通じて、体重、摂食量は毎日一定時間内（11：00～13：00）に測定した。なお、本研究は「動物実験の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準」（平成18年4月28日環境省告示第88号）に基づいて実施した。

Table 1 Composition of experimental diets (%)

	Control	Shiitake	Enokitake	Bunashimeji	Agitake
Casein	20.00		20.00		
L - Cystine	0.30		0.30		
Cellulose	5.00		5.00		
$\alpha$ -cornstarch	28.95		23.95		
Corn oil	4.00		4.00		
Lard	16.00		16.00		
Vitamin mix. (AIN-93)	1.00		1.00		
Mineral mix. (AIN-93M)	3.50		3.50		
Sucrose	20.00		20.00		
Choleaterol	1.00		1.00		
Sodium cholate	0.25		0.25		
Mushroom powder	0.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

キノコ（シイタケ、ブナシメジ、エノキタケ及びあぎ茸）は加圧乾燥した後、粉末状に粉砕して実験食に加えた。実験食は、コレステロール1%、コール酸ナトリウム0.25%、ラード16%を含むコレステロール添加高脂肪食とした。実験食に加えたキノコ乾燥粉末の割合は5%とし、キノコ粉末添加分は対照食から相当量のコーンスターチを減じることによって調整した（Table 1）。そのため、実験食のエネルギー値（4.47 kcal/g）は対照食（4.57 kcal/g）に比べて若干低値であった。

### (2) 測定項目及び方法

2週間の飼育期間が終了した翌朝の8：00に餌抜きをし、10：00～12：00の間に、頸椎脱臼にて開腹し、ヘパリン処理済み注射用シリンジ内に下大静脈から血液を採取した。また、肝臓及び盲腸（内容物入り）を摘出して重量を測定した。

血液は遠心分離（3,000 rpm、15分）して血漿を採取し、分析まで凍結保存した。自動分析装置（CL-8000 島津製作所）を用いて、血漿のGOT・GPT活性、総コレステロール、遊離コレステロール、トリグリセリド、リン脂質、 $\beta$ -リポタンパク、遊離脂肪酸（NEFA）及び総タンパク質濃度を測定

した。

データは平均値±標準偏差で示した。統計処理は、一元配置分散分析を行い、各食餌群間の有意差についてはTukeyのHSD法により判定した。有意水準は5%（ $p<0.05$ ）とした。

## 3. 結果

### (1) 体重、摂食量、器官重量

体重増加量、摂食量及び器官重量をTable 2に示す。

実験期14日間の摂食量は、対照群（193.7±10.3 g）に比べるといずれのキノコ添加食においても低かった。各キノコ食群の摂食量は、多い順に、ブナシメジ（182.0±16.8 g）、シイタケ（178.0±10.2 g）、あぎ茸（173.6±13.8 g）、エノキタケ（170.1±13.5 g）群であった。実験期14日間の体重増加量においても、対照群（83.6±8.5 g）に比べてキノコ添加食で低く、ブナシメジ（77.6±6.9 g）、シイタケ（72.1±10.0 g）、エノキタケ（70.5±9.0 g）、あぎ茸（68.2±6.1 g）群の順に低値であった。飼料効率（FE）は、あぎ茸群で低い傾向にあったが、食餌群間に差はなかった。

肝臓重量は、対照群 ( $12.1 \pm 1.5$  g) に比べてキノコ食群で低値であり、シイタケ ( $10.6 \pm 1.4$  g) 及びブナシメジ ( $10.8 \pm 1.3$  g) 群に比べてエノキタケ ( $8.9 \pm 0.4$  g) 及びあぎ茸 ( $9.7 \pm 1.0$  g) 群で低値であった。同様な傾向は、単位体重当たりの割合で表しても認められた。盲腸 (内容物を含む) 重量については、エノキタケ食群 ( $3.1 \pm 0.5$  g) が最も重く、次いでシイタケ食群 ( $2.7 \pm 0.7$  g) となり、あぎ茸食群 ( $2.0 \pm 0.3$  g) とブナシメジ食群 ( $1.9 \pm 0.6$  g) は、キノコを含まない対照群 ( $2.2 \pm 0.3$  g) に近い低い値であった。単位体重当たりの割合で表しても、ほぼ同様な傾向であった。

## (2) 血液生化学検査

血液生化学検査の結果を Fig. 1~Fig. 3 に示す。

高脂肪・高コレステロール食で飼育した結果、血漿 GOT 活性は、通常食飼育時の値に比べて上昇し、対照食群の平均値は 89 U/L となった。いずれのキノコ食群においても対照群との有意な差は認められなかったが、対照食に比べてブナシメジ食で低く、他のキノコ食では高い値であった。血漿 GPT 活性は、他のキノコ群が対照群 (36 U/L) と同様な値 (シイタケ: 46 U/L、エノキタケ: 57 U/L、ブナシメジ: 36 U/L) であったのに対し、あぎ茸 (113 U/L)

では他群に比べて有意に ( $p < 0.05$ ) 高い値であった。血漿総タンパク質濃度に食餌群間の差は認められなかった (Fig. 1)。

本研究ではコレステロール及びコール酸添加食を用いたため、いずれの食餌群の動物も高コレステロール血症の様相を呈した。血漿総コレステロール値は、対照群で 306 mg/dL であったのに対し、シイタケ群とエノキタケ群ではそれぞれ 234 mg/dL 及び 238 mg/dL と対照群に比べて低値を示したが、ブナシメジ及びあぎ茸群はそれぞれ 428 mg/dL 及び 374 mg/dL と対照群より高値であった。遊離コレステロール、及び LDL-コレステロールの担体である  $\beta$ -リポタンパクの濃度は、総コレステロール濃度と同様な傾向を示し、対照群に比べてシイタケ群とエノキタケ群で低く、ブナシメジ群とあぎ茸群で高い値であった (Fig. 2)。

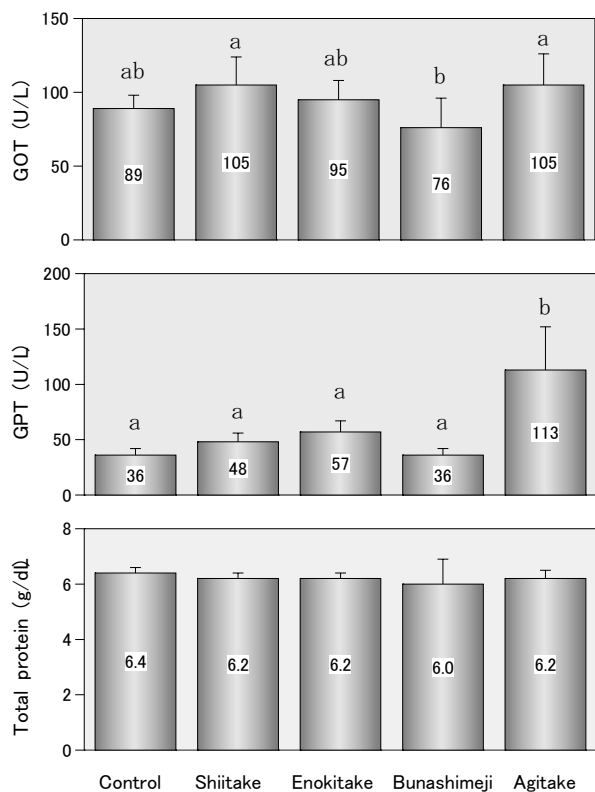
血漿トリグリセリド濃度に食餌群間の有意な差は認められなかった。しかし、血漿トリグリセリド濃度には、対照食に比べてキノコ食で高く、また、血漿コレステロール濃度が高い群で低いという傾向が認められた。リン脂質濃度はコレステロールと同様な傾向を示し、また、遊離脂肪酸 (NEFA) 濃度は摂食量の最も低かったエノキタケ群で高い値を示した (Fig. 3)。

Table 2 Body weight, food intake and organ weight

	Control	Shiitake	Enokitake	Bunashimeji	Agitake
Initial B.W. (g)	98.4 ± 6.7	98.2 ± 4.7	98.1 ± 4.6	98.2 ± 4.3	98.2 ± 4.1
B.W. gain (g/14 d)	83.6 ± 8.5 <sup>a</sup>	72.1 ± 10.0 <sup>ab</sup>	70.5 ± 9.0 <sup>ab</sup>	77.6 ± 6.9 <sup>ab</sup>	68.2 ± 6.1 <sup>b</sup>
Food intake (g/14 d)	193.7 ± 10.3 <sup>a</sup>	178.0 ± 10.2 <sup>ab</sup>	170.1 ± 13.5 <sup>b</sup>	182.0 ± 16.8 <sup>ab</sup>	173.6 ± 13.8 <sup>ab</sup>
Food Efficiency (FE)	0.43 ± 0.03	0.40 ± 0.04	0.41 ± 0.02	0.43 ± 0.02	0.39 ± 0.03
Liver weight (g)	12.1 ± 1.6 <sup>a</sup>	10.4 ± 1.4 <sup>ab</sup>	8.9 ± 0.4 <sup>b</sup>	10.8 ± 1.3 <sup>ab</sup>	9.7 ± 1.0 <sup>b</sup>
Liver weight (% B.W.)	6.7 ± 0.5 <sup>a</sup>	6.1 ± 0.4 <sup>ab</sup>	5.3 ± 0.1 <sup>c</sup>	6.1 ± 0.5 <sup>ab</sup>	5.8 ± 0.3 <sup>bc</sup>
Cecum with cecal contents (g)	2.2 ± 0.3 <sup>a</sup>	2.7 ± 0.7 <sup>ab</sup>	3.1 ± 0.5 <sup>b</sup>	1.9 ± 0.6 <sup>a</sup>	2.0 ± 0.3 <sup>a</sup>
Cecum with cecal contents (% B.W.)	1.2 ± 0.1 <sup>ab</sup>	1.6 ± 0.3 <sup>ac</sup>	1.8 ± 0.3 <sup>c</sup>	1.1 ± 0.3 <sup>b</sup>	1.2 ± 0.2 <sup>ab</sup>

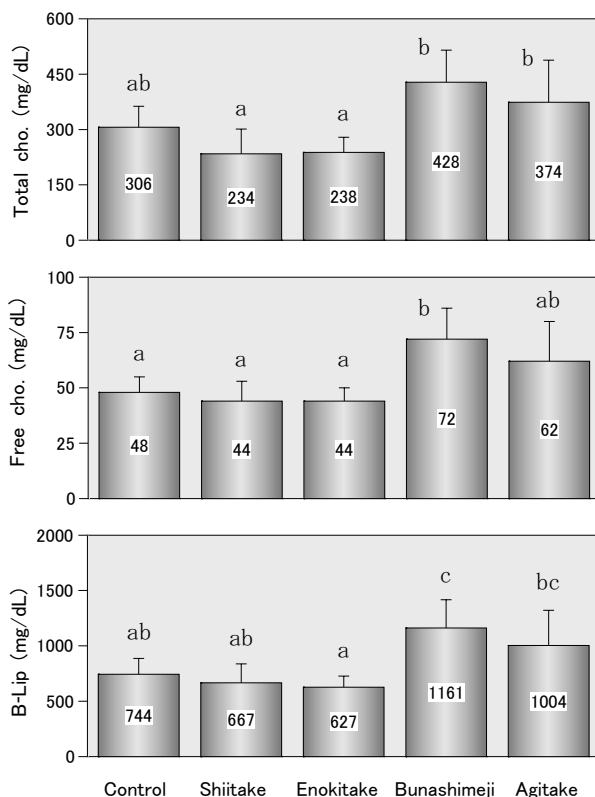
Values are mean ± SD (n=6).

Values within the same rows with different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).



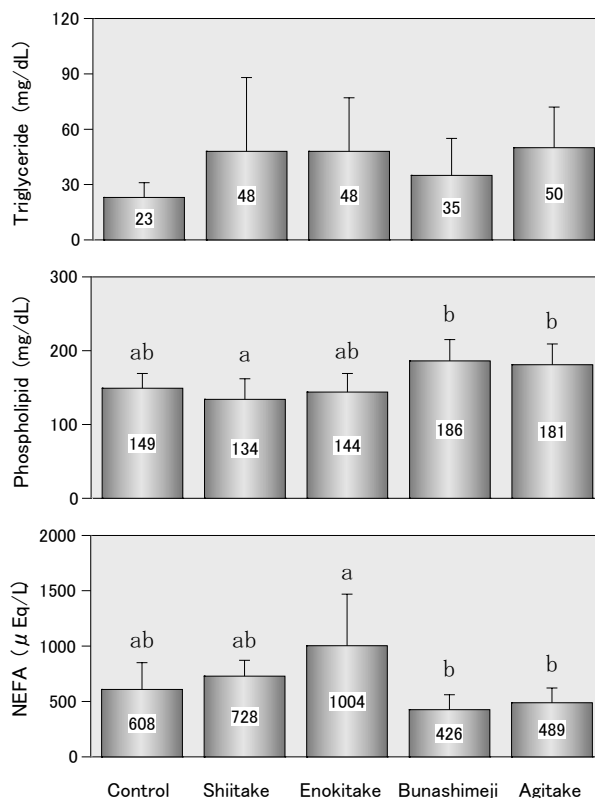
**Fig. 1 Plasma GOT, GPT and total protein**

Values are mean±SD (n=6). Means with different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 2 Plasma total cholesterol, free cholesterol and  $\beta$ -lipoprotein**

Values are mean±SD (n=6). Means with different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 3 Plasma triglyceride, phospholipid and non-esterified fatty acid (NEFA)**

Values are mean±SD (n=6). Means with different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

#### 4. 考察

キノコの栄養学的な特徴として、カロリーが低く、カリウム、ビタミンD、食物繊維などを多く含むことが挙げられる。本研究で用いたキノコの成分を比較してみると、以下の表に示すように、キノコの種類による大きな差はなく、いずれも食物繊維（とくに不溶性食物繊維）含量が高いことがわかる。

	水分	エネルギー	たんぱく質	炭水化物	カリウム	リン	ビタミンD	食物繊維水溶性	食物繊維不溶性	食物繊維総量
	g	kcal	g	g	mg	mg	$\mu$ g	g	g	g
生しいたけ	91.0	18	3.0	4.9	280	73	2.1	0.5	3.0	3.5
えのきたけ生	88.6	22	2.7	7.6	340	110	0.9	0.4	3.5	3.9
ぶなしめじ生	90.8	18	2.7	5.0	380	100	2.2	0.3	3.4	3.7
ひらたけ生	89.4	20	3.3	6.2	340	100	1.1	0.2	2.4	2.6

キノコの食物繊維には多くの成分が含まれており、大部分は $\beta$ -1, 4-グルカン（セルロース）であるが、その他に $\beta$ -1, 3-グルカン、キチン質、ヘテロ多糖（ペクチン質、ヘミセルロースなど）なども含まれ

る。これらの中で、 $\beta$ -1, 3-グルカン<sup>5)</sup>は抗腫瘍作用<sup>5)</sup>を有することが多くの研究で確認されている。そのメカニズムはマクロファージやNK細胞などを活性化して免疫能を高めることによるとされ、実際、シイタケから抽出した $\beta$ -1, 3-グルカンであるレンチナンが抗がん剤治療による免疫力低下を補う薬品として使用されている。食物繊維を多く含むキノコには血漿コレステロール低下作用も報告されているが、すべてのキノコに血漿コレステロール低下作用があるわけではなく、また、キノコの種類による効果の差について十分明らかにされているわけではない。コレステロール添加高脂肪食飼育ラットにおいて検討した本研究の結果においては、シイタケとエノキタケには血漿コレステロール上昇抑制効果が示唆されたのに対し、ブナシメジとあぎ茸にはむしろ血漿コレステロールを上昇させる傾向が確認された。

シイタケの血漿コレステロール低下作用については、最初に金田ら<sup>8-9)</sup>によって報告され、その有効成分としてエリタデニン（レンチシン、レンチナシン）が単離同定されている<sup>10-11)</sup>。また、その作用機序についても多くの研究<sup>12-13)</sup>がなされており、ステロールの糞中排泄の増加やコレステロール代謝回転の促進などによることが報告されている。なお、シイタケには血漿コレステロール低下作用はあるが、肝臓のコレステロールを下げる効果はなく、シイタケあるいはエリタデニンをラットに投与すると脂肪肝を引き起こすことが報告されている<sup>19)</sup>。これは、エリタデニンがメチル化経路によるリン脂質合成を抑制するためであるとされている。本研究の結果は、シイタケ食群においては血漿コレステロールが低下したにもかかわらず、肝臓重量の低下は認められなかった。本研究では肝脂肪の分析は行わなかったが、高コレステロール・高脂肪食摂取時における肝重量の増加は肝脂肪の増加によるものと考えられる。解剖時の所見では、シイタケ食群の肝臓の色は対照群と同様脂肪肝に特徴的な白っぽい色を呈していたことから、少なくとも肝脂肪量が低下していたとは考えられない。これは、シイタケ群と同様な血漿コレステロール低下作用が認められたエノキタケ群においては肝重量の低下が認められ、エノキタケ群の肝臓の色は赤褐色であったのと対照的である。なお、シイタケ摂取による肝脂肪の蓄積は低コリン食で起こる脂肪肝と同様なメカニズムで発症するため、コリンを十分に含む食事を摂取することにより、シイタケの血漿コレステロール低下効果を発揮しつつ脂肪肝を防ぐことができるとされている。

血漿コレステロール低下作用を示すエリタデニン

はすべてのキノコに含まれているわけではなく、シイタケに特異的に多く、シメジ、キクラゲ、エノキタケ及びナメコには含まれていない<sup>20)</sup>ことが報告されている。荒川ら<sup>21)</sup>は、コレステロール添加食飼育ラットにおける各種担子菌類の作用について調べ、キクラゲ、エノキタケにシイタケと同等の血漿コレステロール低下作用を確認するとともに、キクラゲ、エノキタケの肝重量増加抑制作用も確認している。本研究においても、エノキタケにはシイタケと同様な血漿コレステロール上昇抑制作用が確認されたとともに、肝重量増加抑制効果が観察された。以上より、エノキタケの脂質代謝改善作用はエリタデニンの作用によるものではないと考えられる。そのメカニズムの詳細は不明であるが、本研究の結果、エノキタケ群の盲腸重量は対照群に比べて有意に( $p < 0.05$ )重かったことから、エノキタケに含まれる食物繊維の盲腸内発酵が関係していることがうかがわれた。

荒川ら<sup>21)</sup>は、ヒラタケやホウキタケ摂取ラットにおいては血漿コレステロール値が対照群よりも高いことを報告している。本研究においても、ブナシメジ群とあぎ茸群においては、血漿コレステロール値が対照群よりも高い値であった。両群においては、盲腸重量の増加は認められなかったことから、エノキタケと異なり食物繊維様の効果は少ないことがうかがわれる。ブナシメジやあぎ茸に血漿コレステロール増加作用を有する未知の成分が存在する可能性も考えられるが、詳細については不明である。ブナシメジについては、本研究の結果とは異なり、脂質代謝改善効果を示した報告<sup>22)</sup>もあるが、そのメカニズムについての報告は見あたらない。なお、ブナシメジについては、脂質代謝に及ぼす効果を調べた研究は少ないのに対し、抗腫瘍作用については多くの報告がある。そのメカニズムには $\beta$ -1, 3-グルカンなどの多糖類<sup>5)</sup>、テルペン<sup>23)</sup>などの成分の関与が示唆されており、ブナシメジ摂取により生体の抗酸化活性が高まる<sup>24)</sup>ことも報告されている。これらの要因が脂質代謝にどのような影響を及ぼすかについては今後の検討課題である。

本研究の結果から、食事へのキノコの添加は摂食量を低下させることが示唆された。なお、本研究においては実験食の乾燥キノコのレベルは5%という高い割合であったことから、本研究の結果をそのままヒトにあてはめることはできない。しかし、キノコの種類によって摂食抑制効果が異なることが確認されたことには重要な意味があると考えられる。本研究で摂食量の低下が特徴的に観察されたキノコは、

エノキタケとあぎ茸群である。エノキタケの場合は盲腸重量が重かったことから、エノキタケ食物繊維特有のカサ効果あるいはエノキタケ粉末の独特なテクスチャーが食べにくさせた原因である可能性が考えられる。それに対し、あぎ茸の場合は盲腸重量の増加は認められなかったことから、別の要因がうかがえる。あぎ茸はヒラタケの仲間であり、ヒラタケには摂食抑制物質であるレクチンが含まれている<sup>25-26)</sup>。そのため、あぎ茸の摂食抑制効果にもレクチンが関係している可能性が考えられるが、この点については今後検討していかなければならない。一般的に、キノコは低カロリーであるため抗肥満効果が期待できる健康食品とされているが、あぎ茸に示唆された摂食抑制作用はダイエット食材としての有効性の高さをうかがわせる。また、あぎ茸には血漿 GPT を上昇させるという他のキノコには見られない特徴が認められた。ヒラタケには強力な血小板凝集抑制及び線溶亢進活性が報告されている<sup>27)</sup>。これらの報告から、あぎ茸に認められた血漿 GPT の上昇にはレクチンに属する生理活性物質が関与している可能性がうかがわれる。あぎ茸には、本実験で検討した脂質代謝改善作用よりも、むしろ抗腫瘍効果などの機能が期待されるのではないと思われる。新しいキノコであるあぎ茸については、その成分についての情報は十分ではなく、生理作用についてはまだほとんど解明されていないのが現状である。

以上、コレステロール添加高脂肪食で飼育したラットにおける各種キノコの影響について調べた結果、シイタケ及びエノキタケには血漿コレステロールの上昇を抑制する傾向が、ブナシメジ及びあぎ茸には血漿コレステロール上昇を促進する傾向が認められた。あぎ茸に認められた血漿 GPT 上昇作用には肝障害の可能性も示唆されることから、生理作用や薬理効果に加えて、多量摂取による毒性についての検討も必要と考える。

## 参考文献

- 1) Murase T, Nagasawa A, Suzuki J, Hase T, Tokimitsu I. Beneficial effects of tea catechins on diet-induced obesity: stimulation of lipid catabolism in the liver. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002; 26:1459-1464.
- 2) Tani Y, Fujioka T, Sumioka M, Furuichi Y, Hamada H, Watanabe T. Effects of capsinoid on serum and liver lipids in hyperlipidemic rats. *J Nutr Sci Vitaminol.* 2004; 50: 351-355.
- 3) Kushiro M, Masaoka T, Hageshita S, Takahashi Y, Ide

- T, Sugano M. Comparative effect of sesamin and episesamin on the activity and gene expression of enzymes in fatty acid oxidation and synthesis in rat liver. *J Nutr Biochem.* 2002; 13: 289-295.
- 4) Ikekawa T, Uehara N, Maeda Y, Nakanishi M, Fukuoka F. Antitumor activity of aqueous extracts of edible mushrooms. *Cancer Res.* 1969; 29: 734-735.
- 5) Ikekawa T, Saitoh H, Feng W, Zhang H, Li L, Matsuzawa T. Antitumor activity of *Hypsizigus marmoreus*. I. Antitumor activity of extracts and polysaccharides. *Chem Pharm Bull.* 1992; 40: 1954-1957.
- 6) Takaku T, Kimura Y, Okuda H. Isolation of an antitumor compound from *Agaricus blazei* Murill and its mechanism of action. *J Nutr.* 2001; 131: 1409-1413.
- 7) Hara M, Hanaoka T, Kobayashi M, Otani T, Adachi HY, Montani A, Natsukawa S, Shaura K, Koizumi Y, Kasuga Y, Matsuzawa T, Ikekawa T, Sasaki S, Tsugane S. Cruciferous vegetables, mushrooms, and gastrointestinal cancer risks in a multicenter, hospital-based case-control study in Japan. *Nutr Cancer.* 2003; 46: 138-147.
- 8) 金田尚志, 荒井君枝, 徳田節子. シイタケのコレステロール代謝におよぼす影響 (I). *栄養と食糧.* 1964; 16: 466-468.
- 9) Kaneda T, Tokuda S. Effect of various mushroom preparations on cholesterol levels in rats. *J Nutr.* 1966; 90: 371-376.
- 10) Chibata I, Okumura K, Takeyama S, Kotera K. Lentinacin: a new hypocholesterolemic substance in *Lentinus edodes*. *Experientia.* 1969; 25: 1237-1238.
- 11) 常田文彦, 渋川尚武, 安元健, 金田尚志. 食用キノコ類のシロネズミコレステロール代謝におよぼす影響 (VI) シイタケ中の血漿コレステロール減少効果物質の分別および構造決定. *栄養と食糧.* 1971; 24: 92-95.
- 12) 栗原長代, 道喜美代. シイタケの血漿コレステロール低下物質のステロール代謝に及ぼす影響. *栄養と食糧.* 1972; 25: 458-461.
- 13) 徳田節子, 菅原洋子, 金田尚志. 食用キノコ類の白ネズミコレステロール代謝におよぼす影響 (IX) シイタケの血漿コレステロール低下機構について (III). *栄養と食糧.* 1973; 26: 113-119.
- 14) 大鶴勝, 堀尾拓之, 升井洋至, 武田威真雄. 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.* 1999; 46: 806-814.
- 15) Miura T, Kubo M, Itoh Y, Iwamoto N, Kato M, Park SR, Ukawa Y, Kita Y, Suzuki I. Antidiabetic activity of *Lyophyllum decastes* in genetically type 2 diabetic mice. *Biol Pharm Bull.* 2002; 25: 1234-1237.
- 16) 林野庁統計情報資料「平成 22 年の主要な特用林産物の生産動向」、平成 23 年 11 月 29 日、林野庁。
- 17) [http://www.hontoichiba.com/frcripts/reqapp.dll?APNAME=frc&PRGNAME=ho\\_item\\_list\\_mei&ARGUMEN](http://www.hontoichiba.com/frcripts/reqapp.dll?APNAME=frc&PRGNAME=ho_item_list_mei&ARGUMEN)

- TS=-A,-A2,-A2108180004523,-A
- 18) [http://www.takizawakanpoushou.co.jp/encycl\\_kinoko/agitake.html](http://www.takizawakanpoushou.co.jp/encycl_kinoko/agitake.html)
- 19) 岩本朋子、石田薫、柴崎由美子、大村京生. エリタデニンと過剰のメチオニンをラットに投与したときに起こる脂肪肝について. 日本栄養・食糧学会誌. 1985; 38: 473-475.
- 20) 斉藤衛郎、安元健、金田尚志. シイタケおよびその他食用キノコ類のエリタデニン含量. 栄養と食糧. 1975; 28: 503-505.
- 21) 荒川信彦、榎本和世、向山晴美、中島和男、田辺脩、稲垣長典. 担子菌類の血漿コレステロールにおよぼす影響. 栄養と食糧. 1977; 30: 29-33.
- 22) 大槻誠、梅下和彦、苔庵泰志、西井孝文、板倉元、柳田晃良、久松眞、古市幸生. ラット脂質代謝に及ぼすブナシメジ (*Hypsizigus marmoreus*) の影響. 日本きのこ学会誌. 2007; 15: 85-90.
- 23) 水谷滋利、河合高志、榎竜嗣、佐川裕章、嶋中一夫、酒井武、加藤郁之進. ブナシメジ (*Hypsizigus marmoreus*) から分離されたテルペンの腫瘍成長抑制作用. 日本食品科学工学会誌. 2006; 53: 55-61.
- 24) 松澤恒友、斎藤英晴、佐野満昭、富田勲、大川勝徳、池川哲郎. ブナシメジの抗酸化作用に関する研究 (第2報) ブナシメジ摂取担癌マウス血漿の抗酸化活性. 薬学雑誌. 1998; 118: 476-481.
- 25) 横山須美江、谷戸真樹子、徳山真治、田原康章、河岸洋和. ヒラタケ (*Pleurotus ostreatus*) 由来の摂食抑制レクチンに関する研究. 日本農芸化学会誌. 2001; 75 (supl) : 228.
- 26) Kawagishi H, Suzuki H, Watanabe H, Nakamura H, Sekiguchi T, Murata T, Usui T, Sugiyama K, Suganuma H, Inakuma T, Ito K, Hashimoto Y, Ohnishi-Kameyama M, Nagata T. A lectin from an edible mushroom *Pleurotus ostreatus* as a food intake-suppressing substance. *Biochim Biophys Acta*. 2000; 1474: 299-308.
- 27) Simi H. Strong anti-platelet aggregation and plasma fibrinolysis-acceleration activities in oyster fungus (*Pleurotus ostreatus*). *J Home Econ Jpn*. 1999; 50: 683-688.  
(平成 24 年 10 月 1 日受付、平成 24 年 11 月 28 日受理)