

本邦産カラマツ水抽出物の 食用きのこ菌糸体成長に及ぼす影響

高島幸司*¹, 水本克夫*²

Effects of Water Extracts from Japanese Larch Woods on Mycelial Growth of Some Edible Mushrooms

TAKABATAKE Koji*¹, MIZUMOTO Katsuo*²

The effects of water extracts from Japanese larch (*Larix leptolepis* Gord) woods which were grown in Hokkaido and Nagano-prefecture on mycelial growth of three edible mushrooms, *Pleurotus ostreatus* (Jacq: Fr.) Kummer, *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing., *Lentinus edodes* (Berk.) Sing., were compared with the water extracts from Siberian larch (*Larix* sp.) wood which had accelerative effects on mycelial growth of edible mushrooms. The results obtained were as follows:

- (1) The main component of water extracts from Siberian and Japanese larch woods was arabinogalactan. There were not remarkable differences between Siberian and Japanese larch woods about sugar compounds of water extracts. The water extracts from Japanese larch woods had phenolic compounds about 3.5 times greater than those from Siberian larch wood.
- (2) By adding water extracts from Nagano-prefecture larch wood to the medium, Mycelial growth length of *F. velutipes* was slightly accelerated at 1 ~ 2%. But those of *P. ostreatus* and *L. edodes* was decreased as increasing concentration of the extracts in the medium. Mycelial growth lengths of all three mushrooms tested were decreased as adding water extracts from Hokkaido larch wood. Those of all mushrooms tested were clearly inhibited by adding more than 10% of water extracts from Siberian and Japanese larch woods.
- (3) Mycelial dry weights were remarkably increased with adding water extracts of Siberian and Japanese larch woods to the medium. There were no differences of acceleration efficiencies among grown sites of larch woods by adding 1 ~ 3% of water extracts, but were differences among grown sites of larch woods by adding more than 5% of water extracts to the medium. Especially, Siberian larch wood was good efficiency to *P.*

1994年7月30日受理

本報告の一部は第44回日本木材学会大会（奈良）で発表した。

* 1 林業試験場

* 2 木材試験場

ostreatus, Siberian and Nagano-prefecture were to *F. velutipes*, and Nagano-prefecture was to *L. edodes*.

食用きのこであるヒラタケ、エノキタケ、シイタケの菌糸体成長に及ぼす本邦産（北海道産、長野県産）カラマツ水抽出物の影響を明らかにするために、すでに促進作用が認められているシベリア産カラマツ水抽出物と比較検討したところ、次の結果を得た。

- (1)シベリア産、本邦産ともに、カラマツ水抽出物の主要構成成分は、アラビノガラクトンであり、糖関連成分においては、産地間で顕著な差は認められなかった。しかし、全フェノール量については、本邦産はシベリア産の約3.5倍の含有量を示した。
- (2)長野県産のカラマツ水抽出物は、エノキタケに対して1～2%濃度区で菌糸体伸長量に若干の促進作用を示したが、ヒラタケ、シイタケでは、濃度が高くなるに従い、伸長量は低下した。北海道産では、いずれの菌種に対しても添加量の増加に従い、伸長量は低下した。また、いずれの産地でも濃度が10%を越えると抑制作用を示した。
- (3)本邦産、シベリア産のいずれのカラマツ水抽出物も添加量が増加するに従い、菌糸体重量は顕著に増加した。1～3%濃度区では、産地間で添加効果に差は生じなかったが、5%以上の濃度区では、菌種に応じて産地間で差が生じた。特に、ヒラタケではシベリア産、エノキタケではシベリア・長野県産、シイタケでは長野県産が有効であった。

1. はじめに

シベリア産のカラマツ水抽出物は、食用きのこであるヒラタケ、エノキタケ、ヤナギマツタケ、シイタケ、ナメコ、マイタケの菌糸体成長に顕著な促進作用を示し、さらに鋸屑培地にシベリア産カラマツ水抽出物を添加してヒラタケを栽培すると子実体のサイズが大きくなり、子実体収量の増加が確認された¹⁾²⁾。

ところで、我が国においては、北海道、長野県、山梨県を中心にカラマツの造林が積極的に行われ、現在育成されたカラマツ材は、構造材等に利用されている。カラマツ材を製材する際には、鋸屑が多量に生じるが、カラマツ鋸屑はケバ立ち易く、また、アク抜きが難しいとの理由から、製材鋸屑の一般的な用途である家畜敷料やきのこ培地としての利用も生産者から敬遠されている状況にある。

本報告では、本邦産カラマツ水抽出物に関して、きのこ栽培における増収剤としての利用の可能性を明らかにした。すなわち、北海道産および長野県産のカラマツ水抽出物を用いて、食用きのこ菌糸体成長に及ぼす影響を明らかにするとともに、シベリア産カラマツ水抽出物による影響と比較検討した。

2. 実験方法

2.1 カラマツ水抽出物

シベリア、北海道産および長野県産の各製材鋸屑（気乾）に、それぞれ重量比で5倍量の水を加え、室温にて攪拌しながら30分間抽出した。濾別した抽出液を室温にて減圧濃縮し、130°Cのドラムで数分間乾燥して、粉末状のカラマツ水抽出物を得た。（なお、以下ではシベリア、北海道および長野県産のカラマツ材鋸屑より得られた水抽出物をそれぞれシベリア産、北海道産、長野県産と略称する。）製材鋸屑の気乾重量に対する水抽出物の収率は、シベリア産で約10%、北海道、長野県産は各々約5%であった。

2.2 カラマツ水抽出物の化学組成分析

シベリア、北海道、長野県産の各カラマツ水抽出物について全糖量、中性還元糖の組成、ウロン酸量、全フェノール量、分子量分布および重量平均分子量を測定した。

全糖量は Somogyi-Nelson 法³⁾によって測定し、全還元糖量（重量比 Galactose : Arabinose = 3 : 22 基準）に0.9を乗じて求めた。ウロン酸量はカルバゾール・硫酸法⁴⁾によって、全フェノール量は Folin-Denis 法⁵⁾（Catechin 基準）によって測定した。中性

還元糖は、ポストカラム方式の HPLC (東ソー KK 製, 還元糖分析システム) により分析した。すなわち, 各単糖を糖-ホウ酸アニオン性錯化合物としてから, 陰イオン交換カラム (東ソー製 KK, TSKgel, Sugar AXI) で分離⁶⁾後, α -シアノアセトアミドを反応させ⁷⁾, UV 検出器 (波長 275nm) で検出し, 定量した。

分子量分布および重量平均分子量は, GFC カラム (東ソー KK 製, TSKgel, G4000PWX, G3000PWLX) を 2 本直列に接続した HPLC (東ソー KK 製, 全自動 GFC システム) を用い, 50mM NaCl 溶液を分離溶液として試料を溶出分離し, RI および UV (波長 280nm) 検出して測定した。なお, 標準物質には, Pullulan (昭和電工 KK 製, \bar{M}_w 850000, 380000, 186000, 100000, 48000, 23700, 12200, 5800), Maltoheptaose (KK 林原製, M_w 1153), Maltose (KK 林原製, M_w 360), α -Dextrose (和光純薬 KK 製, M_w 180), L-Arabinose (和光純薬 KK 製, M_w 150) を用いた。

2.3 菌糸体成長試験

2.3.1 供試菌

当センター保存菌株である以下の 3 菌株を供試した。

ヒラタケ *Pleurotus ostreatus* (Jacq: Fr.) Kummer (Po-03), エノキタケ *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing. (Fv-4), シイタケ *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. (Le-01)

2.3.2 供試培地

培地には, ポテトデキストロース培地 (PD 培地,

Difco 製) および同寒天培地 (PDA 培地, 日水製) を供試した。カラマツ水抽出物の添加量は, w/v 比で 1, 2, 3, 5, 10, 15% とした。

なお, 接種源には, 酵母エキス・麦芽エキス培地で 24°C, 7~10 日間平面培養した後, 直径 5 mm に打ち抜いたディスクを用いた。

2.3.3 菌糸体成長量

菌糸体成長量として, 培養菌糸体の伸長量と乾燥重量を測定した。伸長量は善本らの方法⁸⁾に準じて測定した。すなわち, 直径 12mm, 長さ 160mm のライオン管に PDA 培地を 1.8ml 分注して菌糸体伸長量測定用培地を調製し, その一端に接種源を接種した後, 24°C にて 7 日間培養して菌糸体伸長量を測定した。

菌糸体乾燥重量は, 次の方法で求めた。すなわち, 50ml 容三角フラスコに PD 培地を 5 ml 分注して菌糸体重量測定用培地を調製し, 120°C, 15 分間の条件で殺菌した後, 各供試菌を接種し, 24°C にて 7 日間静置培養した。その後, 菌糸体を滅別し, 温水, 冷水で順次洗浄後, 菌糸体の乾燥重量を測定した。各試験ともに 5 検体ずつ供試した。

3. 結 果

3.1 カラマツ水抽出物の化学組成

各産地のカラマツ水抽出物の全糖量, 中性還元糖量の組成 (以下, 糖組成とする。), ウロン酸量, 全フェノール量を測定し, その結果を表-1 に示す。

全糖量ではシベリア産は, 91.5% となり, 北海道産, 長野県産の 85~86% に比べて若干高い値を示し

表-1 本邦産およびシベリア産カラマツ水抽出物の化学組成

Sample	T. Sugar ¹⁾ (%) ⁵⁾	Sugar Compo. ²⁾			Uronic Acid ³⁾ (%) ⁵⁾	T. phenol ⁴⁾ (%) ⁵⁾
		Man	Ara	Gal (%)		
Siberia	91.5	0.0	11.6	88.4	0.84	0.80
Hokkaido	85.8	0.8	10.7	88.5	0.79	2.55
Nagano	85.1	0.0	13.1	86.9	0.80	2.69

1) Somogyi-Nelson 法 (Ara / Gal=3/22 重量比基準), 全還元糖量×0.9

2) IEC (Column: TSKgel SugarAXI)

3) カルバゾール・硫酸法 (Glucuronic Acid 基準)

4) Folin-Denis 法 (Catechin 基準)

5) 全乾重量当り

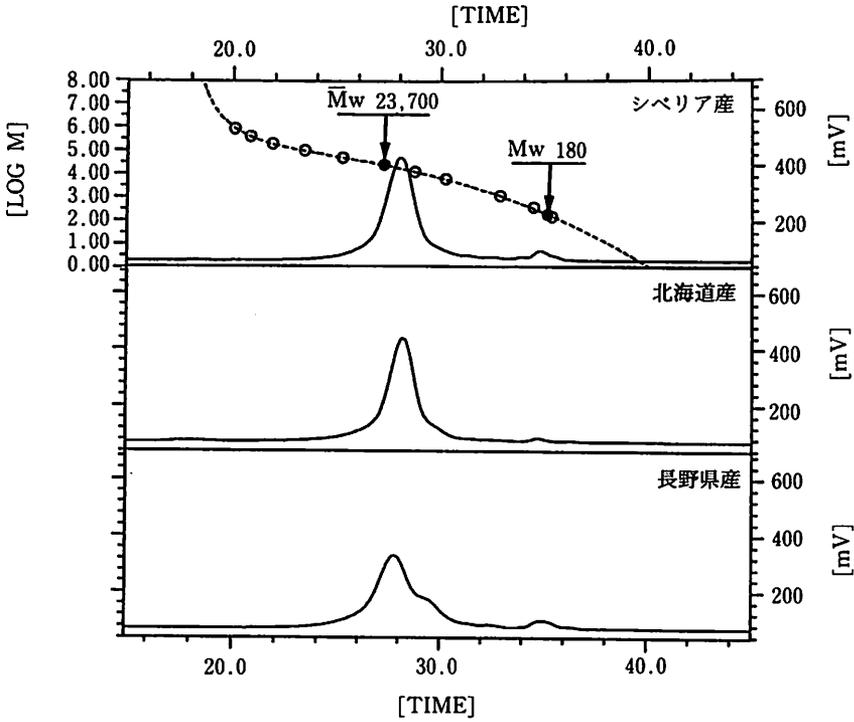


図-1 本邦産およびシベリア産カラマツ水抽出物の RI による GFC クロマトグラム

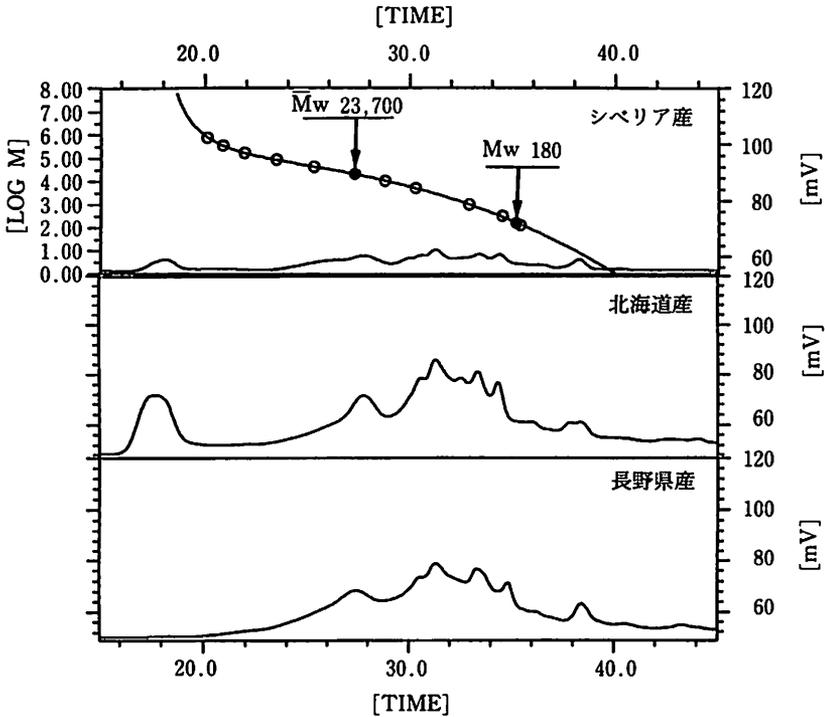


図-2 本邦産およびシベリア産カラマツ水抽出物の UV による GFC クロマトグラム

た。糖組成では、北海道産でマンノースが微量認められたが、いずれの産地もアラビノースが11~13%、ガラクトースが87~89%となり、ほぼ同様な糖組成を示した。ウロン酸量は、いずれの産地も0.8%前後となった。このように全糖量、糖組成、ウロン酸量については、各産地間で顕著な相違は認められず、いずれのカラマツ水抽出物も主要構成成分は、アラビノガラクトンであり、アラビノガラクトンを構成する糖やその割合に大差のないことが示された。

しかし、全フェノールは、シベリア産が0.80%であったのに対し、北海道産が2.55%、長野県産が2.69%となり、北海道産、長野県産はシベリア産の3.5倍余りのフェノール含量を示した。

重量平均分子量、分子量分布を検討したところ、重量平均分子量は、シベリア産は18400、北海道産は18700となり、ほぼ同じ分子量であった。長野県産は21400となり、シベリア産や北海道産よりやや大きな分子量を示した。分子量分布は、いずれの産地もほぼ同様な分布状態を示した。(図-1)。

水溶性フェノール成分の分子量分布を測定した結果を図-2に示す。シベリア産は、本邦産よりも一般的に波長280nmの吸収が低く、フェノール成分の含有量が少ないことが示唆され、表-1の全フェノール量の測定結果と一致した。北海道産と長野県産は、概ね同様な分布傾向を示したが、北海道産では、高分子量領域での吸収が認められ、フェノール類の縮重合した成分の存在が示唆された。

3.2 菌糸体伸長量

各産地のカラマツ水抽出物について、水抽出物濃度の異なるPDA培地でヒラタケ、エノキタケ、シイタケの菌糸体を培養し、菌糸体伸長量を測定した結果を図-3~5に示す。

ヒラタケに関して、シベリア産では1~3%濃度区で対照区より若干良好な伸長量を示した。特に、2%濃度区が最大値をとり、対照区の1.2倍の伸長量を示した。しかし、添加量を10%以上にすると、伸長量は対照区よりも低下し、15%濃度区では対照区の0.9倍となった。北海道産および長野県産は、ともに添加量が増加するに従い、伸長量は低下する傾向を示し、低下の程度は北海道産が顕著であった。15%濃度区では、北海道産は対照区の0.5倍となり、長野県産は対照区の0.8倍となった(図-3)。

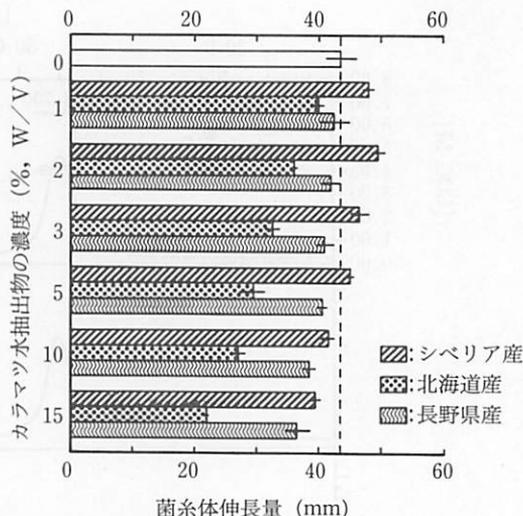


図-3 本邦産およびシベリア産カラマツ水抽出物の濃度と菌糸体伸長成長との関係(ヒラタケ)

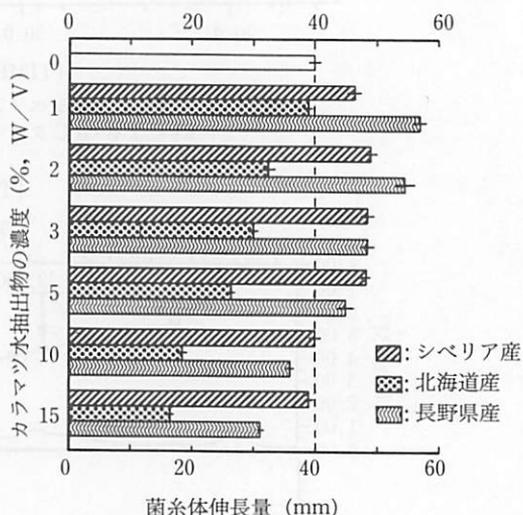


図-4 本邦産およびシベリア産カラマツ水抽出物の濃度と菌糸体伸長成長との関係(エノキタケ)

エノキタケに関して、シベリア産、長野県産ともに1~5%濃度区で伸長量は、対照区に比べて良好となった。伸長量の最大値は、シベリア産では2~5%濃度区であり、対照区の1.3倍となった。長野県産では1%濃度区であり、対照区の1.5倍となった。しかし、10%濃度区および15%濃度区では、対照区と同等、あるいはそれより劣った伸長量となった。北海道産は、添加量が増加するに従い伸長量は著しく低下し、10%濃度区で対照区の0.5倍、15%濃度区で

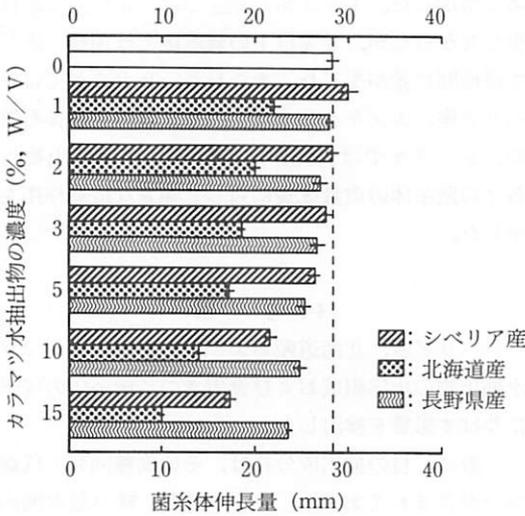


図-5 本邦産およびシベリア産カラマツ水抽出物の濃度と菌糸体伸長成長との関係 (シイタケ)

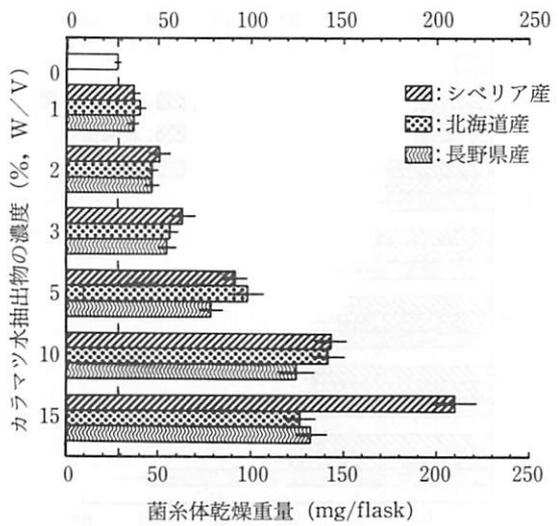


図-6 本邦産およびシベリア産カラマツ水抽出物の濃度と菌糸体重量成長との関係 (ヒラタケ)

0.4倍となった (図-4)。

シイタケに関して、シベリア産は、1%濃度区で対照区よりやや良好となったが、濃度が2%以上になった場合、添加量が増加するに従い、伸長量は低下し、15%濃度区で対照区の0.6倍となった。本邦産の北海道産、長野県産は、添加量が増加するに従い、伸長量が低下し、低下の度合は北海道産が著しく、10%濃度区で対照区の0.5倍、15%濃度区で0.35倍となった。長野県産は、10%濃度区で対照区の0.9倍、15%濃度区で0.85倍となった (図-5)。

菌糸体伸長量において、シベリア産は、いずれの供試菌に対しても1~2%濃度区で、対照区の1.1~1.3倍の伸長量となり、若干の促進作用を示したが、10%以上の濃度区では、対照区以下の伸長量にとどまった。北海道産は、供試した全ての菌種で添加量が増加するに従い、伸長量は低下し、10~15%濃度区では、対照区の1/2~1/3の伸長量に抑制された。長野県産は、エノキタケで1~5%濃度区で若干の促進作用を示したが、10%以上の濃度区では、対照区より低下した。ヒラタケ・シイタケでは、北海道産と同様に添加量が増加するに従い、伸長量は低下し、いずれも15%濃度区で対照区の0.8倍前後となった。

3.3 菌糸体重量

各産地のカラマツ水抽出物について、水抽出物濃

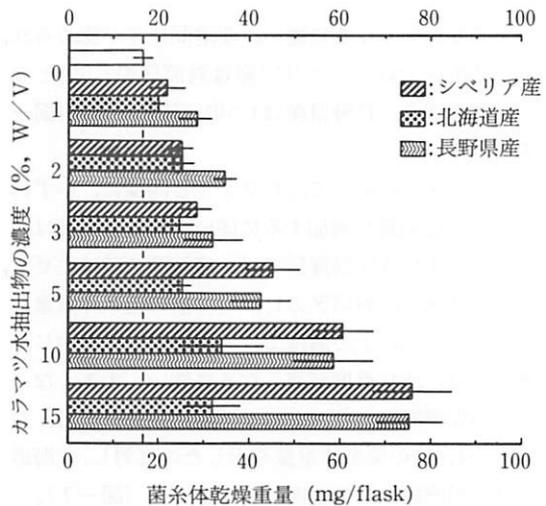


図-7 本邦産およびシベリア産カラマツ水抽出物の濃度と菌糸体重量成長との関係 (エノキタケ)

度の異なるPD培地でヒラタケ、エノキタケ、シイタケ菌糸体を培養し、菌糸体重量を測定した結果を図-6~8に示す。

ヒラタケに関して、いずれの産地のカラマツ水抽出物も添加量が増加するに従い、菌糸体重量は、顕著に増加した。1~3%濃度区では、産地間の差は生ぜず、3%濃度区で、いずれの産地も対照区の2倍程度の菌糸体重量を示した。5%以上の濃度区で

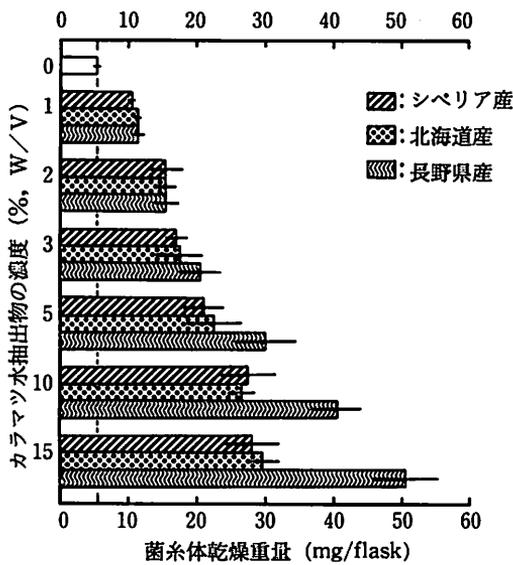


図-8 本邦産およびシベリア産カラマツ水抽出物の濃度と菌糸体重量成長との関係(シイタケ)

は、濃度が高くなるに従い、産地間に差が認められ、15%濃度区では、シベリア産は対照区の7.5倍となり、北海道産、長野県産は4.5倍前後となった(図-6)。

エノキタケに関して、ヒラタケと同様に、いずれの産地も添加量が増加するに従い、菌糸体重量は増加した。1~3%濃度区では、産地間で差は生ぜず、3%濃度区で、対照区の1.5~1.9倍の菌糸体重量を示した。5%以上の濃度では、産地間で差が生じ、その差は、添加濃度が高くなるに従い、大きくなった。15%濃度区では、シベリア産、長野県産は、対照区の4.6倍の菌糸体重量を示したのに対し、北海道産は、対照区の2倍程度にとどまった(図-7)。

シイタケに関して、いずれの産地も添加量が増加するに従い菌糸体重量は増加した。1~3%濃度区では産地間で差は生ぜず、3%濃度区で対照区の3.0~3.6倍の菌糸体重量を示した。しかし、5%以上の濃度区では、産地間に差が生じ、その差は濃度が高くなるに従い大きくなった。つまり、15%濃度区では長野県産が対照区の約9倍の菌糸体重量を示したのに対してシベリア産、北海道産は5倍余りとなった(図-8)。

供試した全ての菌種に対して、シベリア産および本邦産ともに添加量が増えるに従い菌糸体重量は顕

著に増加した。1~3%の範囲では、産地間に差は生じなかったが、5%以上の濃度区では菌種に応じて産地間に差が生じた。すなわち、ヒラタケではシベリア産、エノキタケではシベリア産および長野県産、シイタケでは長野県産のカラマツ水抽出物は各々の菌糸体の重量成長に対して顕著な促進作用を示した。

4. 考 察

シベリア産、北海道産および長野県産のカラマツ水抽出物の化学組成および食用きのこ菌糸体の成長に及ぼす影響を検討した。

一般に、材の抽出成分には、その樹種固有の代謝成分が含まれており⁹⁾、さらに樹皮、材の温水抽出物、酢酸エチル抽出物やタンニン類は、材を化学識別する上での指標になることが報告されている¹⁰⁾¹¹⁾。供試した産地が異なるカラマツ水抽出物には、共通してアラビノガラクトランが主要構成成分として含まれ、水抽出物中の糖関連成分は、産地間で顕著な差は認められなかった。しかし、水抽出物中のフェノール成分は、産地間で異なる傾向が認められた。このことは、シベリア産、本邦産にかかわらず、カラマツ材中にはアラビノガラクトランが多量に含まれていることを示し、同時にカラマツ材の種・生育立地条件の違いは、微量成分であるフェノール成分の形成に影響を及ぼしていることを示唆している。

菌糸体伸長量において、シベリア産は、供試した全ての菌種に対して1~2%濃度で若干の促進作用を示した。しかし、10%濃度以上の添加では、いずれの産地の水抽出物も供試した全ての菌種に対して抑制作用を示した。一方、菌糸体重量においては、いずれの産地の水抽出物も添加するに従い、顕著な促進作用を示した。このように、10%濃度以上の添加では、伸長成長と菌糸体重量成長に対して全く逆の作用を示した。食用きのこの子実体発生には、ほだ木や培養基内の菌糸体量が関与し、菌糸体量が多いほど子実体発生量が増えることが知られている¹²⁾¹³⁾。また、木粉培地の伸長試験と子実体形成試験では、両者の結果は、必ずしも一致しないことが指摘されている¹⁴⁾。これらのことから、菌糸体の総成長量を現す菌糸体重量成長は、伸長成長よりも子実体形成の状況を反映していると推察される。シベリア

産カラマツ水抽出物は、ヒラタケ菌糸体の重量成長に顕著な促進作用を示し、鋸屑培地に同水抽出物を添加してヒラタケを栽培したところ、子実体収量が増加した²⁾。したがって、北海道産や長野県産のカラマツ水抽出物も菌糸体重量成長に促進作用を示したことから、子実体形成も促すことが予想され、きのこ栽培における増収剤としての利用の可能性が高いと考えられる。

菌糸体重量成長に対して、産地間で著しい差が生じたが、いずれのカラマツ水抽出物も抽出物中の主要構成成分である糖関連成分は、ほぼ同様な傾向を示したことから、産地間における添加効果の差は、産地間で量的にも質的にも異なるフェノール成分が関与していると推察される。

一般に、材中のフェノール成分は、抗菌活性を示

すようであるが¹⁵⁾、木酢液中の2-4-メトキシフェノールやリグニン前駆物質のように菌糸体の成長や子実体形成を促進するフェノール成分も報告されている¹⁶⁾¹⁷⁾。今後、カラマツ水抽出物中の促進成分を明らかにして、食用きのこに対する生理作用を詳細に検討することにより、カラマツ水抽出物中のフェノール成分の促進作用への関与を明確にする必要がある。

謝 辞

北海道産および長野県産カラマツ材の製材鋸屑の入手に配慮して頂いた北海道立林産試験場、長野県林業総合センター、カラマツ水抽出物を調製して頂いた三菱レイヨン(株)富山事業所に深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 高島幸司ほか5名：第42回日本木材学会大会要旨集，名古屋，1992，p.499.
- 2) 高島幸司，作野友康，古川郁夫，川田俊成：木材学会誌，40(10)，1147-1151(1994)
- 3) M.Somoyi：J. Biol. Chem., 195, 19-23(1952)
- 4) 福井作蔵：“還元糖の定量法”，学会出版センター，1969，p.60-64.
- 5) T. Swain., W. E. Hills.: J. Sci. Fd. Agri., 10, 63-68 (1959)
- 6) M. Sinner, M.M. Simatupang., H.H. Dietrichs.: Wood Sci. Techol., 9, 307-322 (1975)
- 7) S. Honda. et all: Anal. Biochem., 118, 162-167 (1981)
- 8) 善本知孝ほか5名：木材学会誌，30(3)，244-250(1984)
- 9) 今村博之ほか5名編：“木材利用の化学”，共立出版，1983，p.76-88.
- 10) K. Tokimoto., M. Fukuda.: Taiwan Mushroom, 5, 1-5 (1981)
- 11) S. Ohga.: J. Fac. Agr., Kyusyu univ., 34(4), 405-412 (1993)
- 12) 岸本潤ほか4名：鳥取大演報，11, 129-139 (1979)
- 13) 岸本潤ほか3名：鳥取大農研報，33, 65-69 (1981)
- 14) 有田郁夫，三村公人，寺谷篤子：菌叢研報，7, 90-104 (1969)
- 15) 今村博之ほか5名編：“木材利用の化学”，共立出版，1983，p.152~160.
- 16) H. Yoshimura., T. Hayakawa.: Trans. Mycol. Soc. Japan, 34, 141-151 (1993)
- 17) 河村のり子，後藤正夫，中村嘉宏：日菌報，24, 213-222 (1983)