

# 松茸の冷凍保存

大日方 洋\* 金澤文義\*\* 三澤保徳\*\* 酒井光正\*\*\* 一ノ瀬郁也\*\*\*\*

## Freezing Preservation of Matsutake Mushroom

Hiroshi OHINATA, Fumiyoshi KANAZAWA, Yasunori MISAWA, Mitsumasa SAKAI and Ikuya ICHINOSE

辰野町商工会では辰野ブランドの高付加価値化を図るため、地元で採れる松茸の普及拡大のためのさまざまな活動を行ってきた。その一つとして松茸を冷凍保存して安定供給する技術の確立が求められていた。そこで、凍結温度、包装形態、解凍条件等が保存後の品質に及ぼす影響について検討を行った。その結果、松茸の冷凍保存には松茸をスライスして生のまま急速凍結し、ポリエチレン製の包材を用いて含気状態で包装し、使用時に流水解凍する方法が適していることが明らかとなった。

キーワード：松茸，冷凍，保存

### 1 はじめに

辰野町川島地区は良質な松茸が採れることで知られ、その松茸は大阪あるいは東京など主に県外市場で非常に高い評価を得ている。辰野町商工会「資源市場創造会議」では、辰野ブランドの高付加価値化・地域資源の有効活用を事業計画の一つに掲げ、中でも松茸の活用に着目して、ブランド名の統一やホームページによる情報発信、新規販売ルート の 確立や規格外松茸の有効活用などに取り組んできている。また、松茸の収穫量は気象状況に左右され豊凶作の差が大きいことから、宿泊施設などへの松茸の安定的な提供も大きな課題となっていた。そこで、工業技術総合センターに松茸の長期保存法の確立について協力依頼があった。

松茸を1年間冷凍保存し、風味などの品質に及ぼす凍結条件の影響を実験計画法により評価し、最適な保存法について検討を行ったので、その結果について報告する。

### 2 実験方法

#### 2.1 試料

松茸は、平成22年辰野産で形の揃ったものや虫害を受けたものなど、いわゆるB級品を用いた。

#### 2.2 実験計画

松茸の保存性に関係すると考えられる要因について、関係者からの聞き取り調査等を参考にして、表1に示すような直行配列表<sup>1)</sup>に割り当て $L_8(2^7)$ の実験計画を立てた。

- \* 加工食品部
- \*\* 辰野町商工会
- \*\*\* かやぶきの館
- \*\*\*\* JA上伊那きのこ部会

表1 松茸の保存試験

	要因	水準	
		1	2
A	凍結温度	-20℃	-40℃
B	包装形態	含気	真空
C	包装材料	PE	AL
D	試料形態	スライス	ホール
E	ブランシング	有	無
F	解凍方法	0℃	流水

PE:ポリエチレン(90 μ m)

AL:アルミ蒸着フィルム(75 μ m)

凍結温度 -20℃ は家庭用冷凍冷蔵庫（日立製，R-U39MV6型）で、-40℃ は恒温恒湿試験装置（TABAI ESPEC製，EY-101型）を用いて24時間凍結し、凍結温度をデータロガー（アズワン製，TL3633型）を用いて測定した。24時間経過後は、ともに-20℃で1年間保存した。真空包装は小型真空包装机（古川製作所，FVC II -400G型）を用い、ゲージ目盛70cmHgまで減圧した。ブランシングは、包装品を熱湯98℃で1分処理し、加熱後直ちに氷水で冷却した。流水解凍は水道水（約15℃）で行い、0℃解凍は氷温貯蔵庫の温度設定を0℃にして行った。なお、試料は1試験区に松茸1本を使用した。

#### 2.3 官能評価

官能評価は、冷凍保存6ヶ月後に解凍した松茸について、12ヶ月経過後に解凍したものと澄まし汁にしたものについて、それぞれ行った。評価項目は、解凍後のもの

は、色、香り、触感とし、7段階評価法により行った。なお、解凍後の松茸の触感は、指で押すなどして評価した。パネルは、商工会、農協、観光業などの関係者で行い、6ヶ月保存時には5名で、12ヶ月保存時には9名で行った。

### 3 実験結果

#### 3.1 6ヶ月保存

-20℃で6ヶ月保存後、所定の方法で解凍した松茸について官能評価を行い、色、香り、触感それぞれについて表2～4に分散分析結果を、母平均推定の結果を図1～3に示した。

表2 色（6ヶ月）の評価の分散分析

要因	S	φ	V	F <sub>0</sub>	寄与率
B	84.5	1	84.5	101.4 **	71.2
C	18.0	1	18.0	21.6 *	14.6
D	4.5	1	4.5	5.4	3.1
E	8.0	1	8.0	9.6	6.1
e	2.5	3	0.8		
計	117.5	7			

表3 香り（6ヶ月）の評価の分散分析

要因	S	φ	V	F <sub>0</sub>	寄与率
B	72.0	1	72.0	9.6	23.9
C	144.5	1	144.5	19.3 *	50.8
D	12.5	1	12.5	1.7	1.9
E	18.0	1	18.0	2.4	3.9
e	22.5	3	7.5		
計	269.5	7			

表4 触感（6ヶ月）の評価の分散分析

要因	S	φ	V	F <sub>0</sub>	寄与率
A	1.13	1	1.13	9.0	2.4
B	10.13	1	10.13	81.0 **	23.9
C	15.13	1	15.13	121.0 **	35.8
E	15.13	1	15.13	121.0 **	35.8
e	0.38	3	0.13		
計	41.88	7			

表2～10においてA～Fは表1の要因。分散の値が小さい要因は、誤差(e)に丸める処理を行った。なお、表中のS：偏差平方和、φ：自由度、V：不偏分散、F<sub>0</sub>：分散比を表す。

$$F(1, 3, 0.05)=10.1 \quad F(1, 3, 0.01)=34.1$$

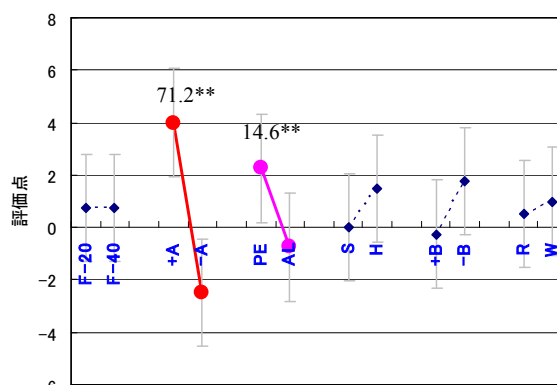


図1 色の評価の母平均推定

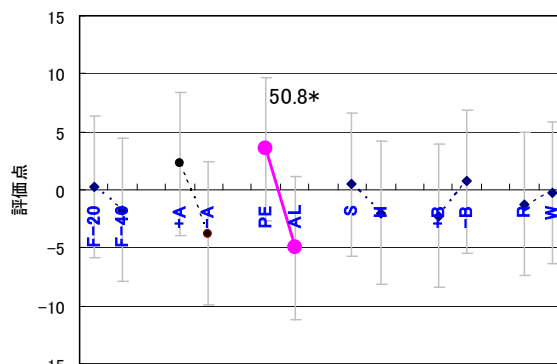


図2 香りの評価の母平均推定

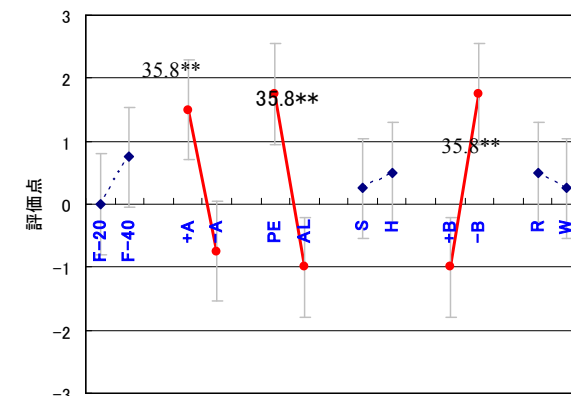


図3 触感の評価の母平均推定

図1～9において、分散分析において有意となった要因を実線で示し、寄与率(\*危険率5%，\*\*危険率1%)を付記した。エラーバーは信頼限界、横軸は要因とその水準を示している。

F:凍結温度(-20)(-40), A:含気の有(+ )無(-), PE/AL:包装材料, S/H:形態(スライス(S)とホール(H)), B:ブランチングの有(+ )無(-), R/W:解凍条件(0℃(R), 流水(W))

6ヶ月保存後の松茸の色に対しては、包装形態が最も影響を与えており、真空にするよりも含気のままの方が良いと評価された。次に寄与率が高かったのは、包装材料でポリエチレンの方が良いと評価された。

冷凍保存松茸の香りに対しては、包装材料のみに有意差が認められ、ポリエチレンの方が良いと評価されていた。一般の食品では、ポリエチレンよりもバリア性の良いアルミ包材を用いた方が、色や香りは良好に保持される場合が多いが、松茸の場合にはポリエチレンでも十分であることが示された。

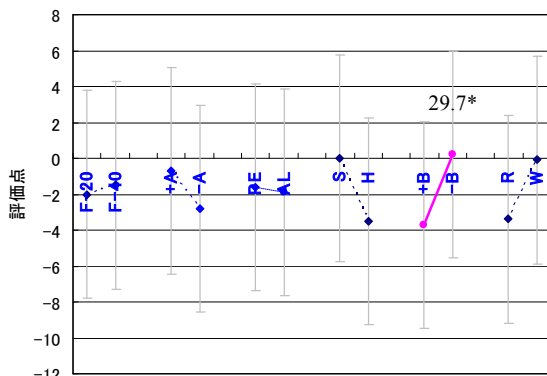


図4 色(12ヶ月保存)の評価の母平均推定

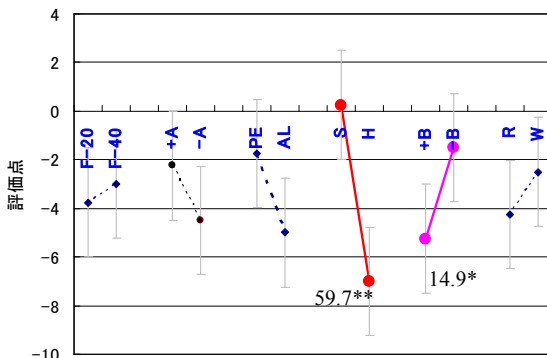


図5 香り(12ヶ月保存)の評価の母平均推定

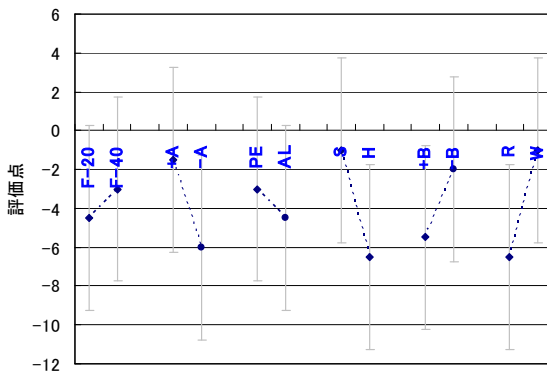


図6 触感(12ヶ月保存)評価の母平均推定

また、触感に対しては、包装形態、包装材料、ブランチングの要因に有意差が認められ、含気、ポリエチレン、ブランチングなしの条件が良いと評価された。包装形態で含気が良かった理由としては、減圧する際に松茸が圧縮され、植物組織の一部が損傷してしまったからではないかと考える。

### 3.2 12ヶ月保存

6ヶ月保存後と同様に12ヶ月保存後の松茸についても生の状態で官能評価を行い、色、香り、触感のそれぞれについて表5~7に分散分析結果を、図4~6に母平均推定の結果を示した。また、澄まし汁に調理して、色、香り、食感について評価し、表8~10に分散分析の結果を、図7~9に母平均推定の結果を示した。

表5 色(12ヶ月)の評価の分散分析

要因	S	$\phi$	V	F <sub>0</sub>	寄与率
-					
B	55.1	1	55.1	3.3	6.6
-					
D	153.1	1	153.1	9.3	23.4
E	190.1	1	190.1	11.6	* 29.7
F	136.1	1	136.1	8.3	20.5
e	49.4	3	16.5		
計	583.9	7			

表6 香り(12ヶ月)の評価の分散分析

要因	S	$\phi$	V	F <sub>0</sub>	寄与率
-					
B	10.1	1	10.1	4.1	4.5
C	21.1	1	21.1	8.6	10.9
D	105.1	1	105.1	42.8	** 59.7
E	28.1	1	28.1	11.4	* 14.9
-					
e	7.4	3	2.5		
計	171.9	7			

表7 触感(12ヶ月)の評価の分散分析

要因	S	$\phi$	V	F <sub>0</sub>	寄与率
-					
B	40.5	1	40.5	3.6	13.4
-					
D	60.5	1	60.5	5.4	22.5
E	24.5	1	24.5	2.2	6.1
F	60.5	1	60.5	5.4	22.5
e	33.5	3	11.2		
計	219.5	7			

表8 色 (12ヶ月) の評価の分散分析 (吸い物)

要因	S	$\phi$	V	F <sub>0</sub>	寄与率
A	15.1	1	15.1	0.8	2.0
B	21.1	1	21.1	1.2	
C	15.1	1	15.1	0.8	
-					
F	45.1	1	45.1	2.5	17.9
e	54.4	3	18.1		
計	150.9	7			

表9 香り (12ヶ月) の評価の分散分析 (吸い物)

要因	S	$\phi$	V	F <sub>0</sub>	寄与率
A	32.0	1	32.0	6.6	19.8
-					
C	60.5	1	60.5	12.5 *	40.5
D	12.5	1	12.5	2.6	5.6
-					
F	18.0	1	18.0	3.7	9.6
e	14.5	3	4.8		
計	137.5	7			

表10 食感 (12ヶ月) の評価の分散分析 (吸い物)

要因	S	$\phi$	V	F <sub>0</sub>	寄与率
A	24.5	1	24.5	7.4	19.3
B	12.5	1	12.5	3.8	8.4
C	12.5	1	12.5	3.8	8.4
-					
F	50.0	1	50.0	15.0 *	42.6
e	10.0	3	3.3		
計	109.5	7			

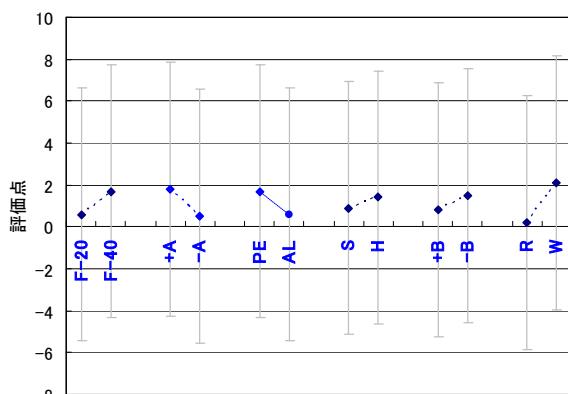


図7 色 (12ヶ月保存) の評価の母平均推定 (吸い物)

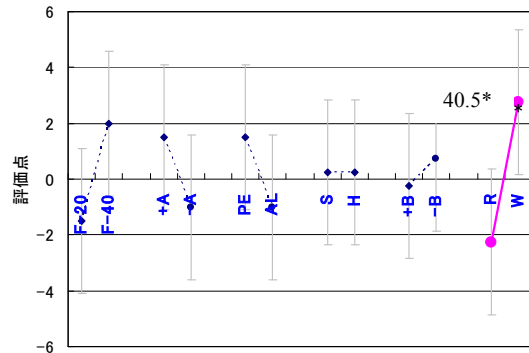


図8 香り (12ヶ月保存) の評価の母平均推定 (吸い物)

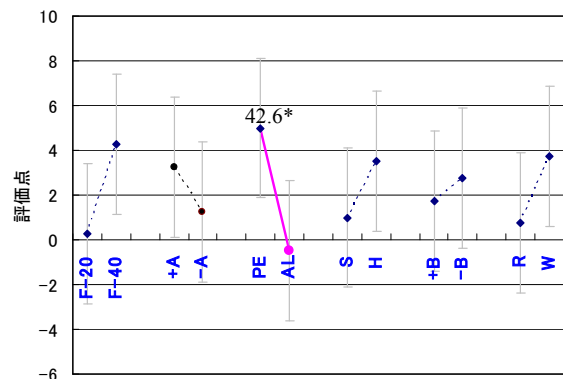


図9 食感 (12ヶ月保存) の評価の母平均推定 (吸い物)

12ヶ月保存後の色の評価は、6ヶ月後の評価で有意差の認められた包装形態や包装材料の要因で有意差は認められず、生の状態のブランシングにおいてのみ有意差が認められ、ブランシングをしない方が良いと評価された。12ヶ月保存後の香りの評価については、生では試料形状とブランシングの有無に、澄まし汁では包装材料に有意差が認められた。

## 4 考 察

### 4.1 凍結温度

一般の食品においては、凍結速度が品質に大きな影響を与えることが知られている。今回は、凍結速度に関する凍結温度を2水準設定して実験したところ、 $-40^{\circ}\text{C}$ の急速凍結が望ましいものの、統計的には $-20^{\circ}\text{C}$ の家庭用冷凍庫での凍結と有意差が認められず、必ずしも $-40^{\circ}\text{C}$ の急速凍結を行う必要はなかった。

ちなみに、今回の実験で用いた2種類の冷蔵庫による凍結曲線を図11に示した。実用的な凍結速度として、 $-1^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$ の温度帯を通過する時間が25~35分以内の場合には急速凍結とするという定義<sup>2)</sup>がある。その定義に従うと、松茸の場合には $-40^{\circ}\text{C}$ での凍結は20分以内にこの時間

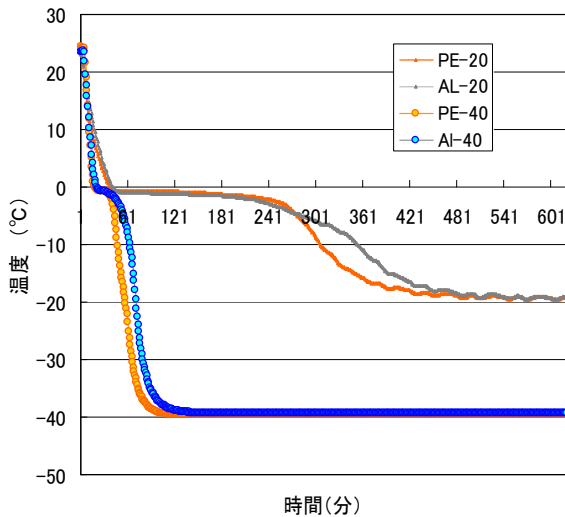


図 10 松茸の凍結曲線  
 包装材料：PE:ポリエチレン，AL:アルミ  
 凍結温度：-20℃，-40℃

帯を通過しているのが急速凍結であり、-20℃の場合は、230分程度の時間を要し緩慢凍結であった。なお、-40℃の凍結実験に用いた冷凍庫を-20℃に設定して凍結させた場合には、最大氷結晶生成帯の通過時間は40～50分であった。これは定義上は緩慢凍結に区分されるものの、家庭用冷凍庫とは凍結能力が大きく異なっており、当然のことながら凍結速度は設定温度だけでは決まらないことを示している。

#### 4.2 包装形態

含気および真空で冷凍保存した松茸の性状については、6ヶ月保存時に香りと触感に有意差が認められた以外には統計的な有意差は認められなかった。また、有意差の認められた評価項目では、作業性や設備の面でも簡便な含気の方が真空状態よりも良いと評価されたことから、実用的には普及しやすい条件であるといえる。

#### 4.3 包装材料

包装材料としては市販品として入手しやすいポリエチレン(PE)とアルミ蒸着フィルム(AL)を使用した。結果としては、6ヶ月保存時の色、香り、触感において、および12ヶ月保存時の澄まし汁にした際の食感に有意差が認められ、いずれもPEの方が好ましいと評価された。ガスバリア性や遮光性、酸素透過性などを総合的に考慮した場合には、ALの方が保存性を向上させると予想されたが、実際のところはPEの方が適していると評価されたわけで、包装材料も実用化しやすい素材で十分対応可能なことが示された。

#### 4.4 試料形態

松茸の調理法として、蒸し物や混ぜご飯などに利用する場合には、スライスして利用するので、予めスライス状態で保存してもなんら問題はない。しかし、姿焼きなど一本丸ごとを使用する場合には、ホール状態で保存する



図 11 解凍方法の違いによる松茸の性状  
 A:水道水流水 10分  
 B:電子レンジ 50秒  
 C:氷水 30分  
 D:冷蔵庫 3℃16時間

必要があり、その状態で品質が良好に保たれる必要がある。今回の実験結果では、12ヶ月保存後の解凍品で香りと触感においてホールの評価が劣った以外では、形態別の有意差は認められなかった。以上のことから、松茸の評価を姿焼き後で行うなど、利用形態にあわせて再確認する必要があるものの、少なくともスライス状態での保存は問題がないことが示された。

#### 4.5 ブランチング

ブランチングについては全ての項目で統計的な有意差の有無を別にしてブランチング無しの方が好ましいと判断された。果実や野菜の加工において、ブランチングは酵素を失活させて保存性の向上に有効な技術ではあるが、きのこの場合にはブランチングをしない方が触感は良好に保たれることが明らかとなった。

#### 4.6 解凍方法

冷凍食品の品質に対して、解凍方法は凍結条件と同様、非常に重要な因子となっている。一般の冷凍食品でも、それぞれの食品にあわせて、自然解凍、流水解凍、電子レンジ解凍、凍結のままの加熱など様々な方法がとられている。

解凍方法の違いによって松茸の性状がどのようになるか予備的に試験したところ、図 11 に示すように冷蔵庫でゆっくり解凍する方法以外はあめ色に変色していて、生の性状とは異なっていた。予備的には、3℃の冷蔵庫でゆっくり解凍する方法がもっとも生に近い状態であったので、流水解凍と0℃冷蔵庫解凍の2水準で比較することとした。しかし、6ヶ月あるいは12ヶ月間冷凍保存をした場合、解凍方法の違いが松茸の評価及ぼす影響については、12ヶ月保存後の澄まし汁での香り以外に統計的な有意差は認められず、予備試験で生の状態に近かった冷蔵庫での解凍が必ずしも好ましいとは評価されなかった。

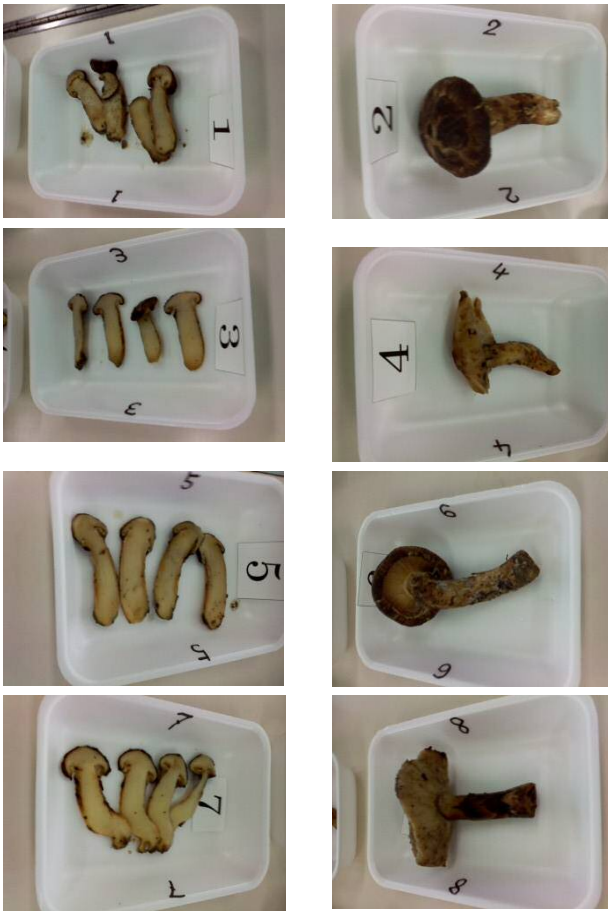


図1-2 12ヶ月冷凍保存して解凍した松茸  
数字は試験区を示す

#### 4.7 保存期間

12ヶ月保存後の松茸に対する評価は、全体的にバラツキが大きく、保存条件として検討した要因のうちで有意差の認められた項目が、6ヶ月保存後と比較してかなり少なくなっていた。また、6ヶ月後の評価で有意差の認められた包装形態や包装材料の要因が12ヶ月後の評価では有意差は認められなかった。これらの理由については、パネル構成も異なるものの、1試験区あたりの松茸の本数が少なく、個体差が大きいことがその一因と考えられる。図12に解凍後の松茸の写真を示した。写真からも明らかなように、大きさやかさの開き具合もそれぞれ異なっており、評価を難しくしたと思われる。

また、12ヶ月保存後の松茸に対する評価は、全体的に評価点が低く、特に生の状態での評価はどの項目もあまりよくなかった。このことは、冷凍保存といえども品質の劣化を完全に防ぐことは困難で、できるだけ早めを使用することが望ましいことを示していると思われる。

しかし、澄まし汁に調理すると全体としての評価点は普通(0)以上と評価され、澄まし汁などに調理として使用するのであれば、12ヶ月冷凍保存しても十分利用できることが明らかとなった。

#### 5 おわりに

松茸の冷凍保存条件を確立するため、品質に影響すると予想される凍結温度等の因子を実験計画法により割り付けて冷凍保存実験を行い、官能評価により品質を評価して以下の結果を得た。

- (1) 凍結は-40℃の急速凍結が望ましいものの、統計的有意差がないことから-20℃の家庭用冷凍庫でも十分で、必ずしも-40℃の急速凍結を行う必要はなかった。
- (2) 包装形態としては含気状態がよく、必ずしも真空にする必要はなかった。また、包装材としては、アルミよりもポリエチレンの方が好ましかった。
- (3) 試料形態としてはホール状よりもスライス状が好ましく、ブランチングを行う必要もなかった。
- (4) 解凍方法としては、全体として0℃の冷蔵庫での緩慢解凍よりも流水での迅速解凍が好ましいとの評価であった。
- (5) 以上の結果を総合すると、松茸をスライスして生のまま急速凍結し、ポリエチレン製の包材を用いて含気状態で包装して、使用時に流水解凍する方法が最も適していると推察された。

#### 謝 辞

実験で使用した松茸を提供いただきました、JA上伊那運営委員の一之瀬郁也氏に深謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 石川馨,中里博明,松本洋,伊藤静男."初等実験計画法テキスト(改訂版)". 東京,日科技連出版社,1985, p211-235.
- 2) 加藤舜郎."食品冷凍の理論と応用". 東京,光琳書院,1966, p333-335.