

## ナメコの化学成分組成に及ぼす栽培時の オゾン暴露の影響

渡邊智子\*・土橋 昇\*・高居百合子\*\*・大政謙次\*\*\*  
田中 浄\*\*\*・鈴木 彰\*\*\*\*

Effects of Ozone Exposure during Cultivation of Nameko Mushroom  
(*Pholiota nameko*) on Chemical Components of Fruit Bodies

Tomoko WATANABE\*, Noboru THUCHIHASHI\*, Yuriko TAKAI\*,  
Kenji OMASA\*\*, Kiyoshi TANAKA\*\*\* and Akira SUZUKI\*\*\*\*

\* Chiba College of Health Science, 2-10-1, Wakaba,  
Mihama-ku, Chiba-shi, Chiba 261

\*\* College of Musashigaoka, Yoshimi, Hiki-gun, Saitama 355-01

\*\*\* The National Institute for Environmental Studies,  
16-3, Onogawa, Tsukuba-shi, Ibaraki 305

\*\*\*\* Chiba University, 1-33, Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba-shi, Chiba 263

The effect of ozone exposure (concentration: 0, 0.03, 0.1 and 0.3 ppm) during cultivation of Nameko mushroom (*Pholiota nameko*) was investigated on the weight and chemical composition (water, protein, lipid, carbohydrate and ash as major constituents; Ca, Fe, Na, K and Zn as minerals; and thiamin, riboflavin and ascorbic acid as vitamins) on the dry matter basis of fruit bodies i.e., pileus, stipe and whole. As to the ozone treatment, a significant increase was observed in the water, lipid, carbohydrate, thiamin and ascorbic acid contents in pileus, in the water, ascorbic acid contents in stipe and in the water, lipid and ascorbic acid contents in whole. On the other hand, a significant decrease was observed in weight and protein, ash, Fe, Na, K and Zn contents in pileus, in weight and ash, K and Zn contents in stipe and in weight and ash, Na, K and Zn contents in whole. The pileus, as compared with the stipe, had higher amounts of major constituents except carbohydrate and also higher Fe, Na, Zn, thiamin and riboflavin contents on 0 ppm ozone culture (control).

(Received Jan. 29, 1992)

植物は高濃度の O<sub>3</sub> (オゾン) に晒されると老化の促進、葉の脱色、枯死など各種の障害を生じる<sup>1)-3)</sup>。一方、低濃度の O<sub>3</sub> 暴露では、成長の促進<sup>4)</sup>、各種化学成分含量の増大が生じることも報告されている<sup>5)-7)</sup>。

真菌類では、エノキタケ栽培の「抑制<sup>8)</sup>」段階にお

いて 3 ppm の O<sub>3</sub> に 30 分間ずつ間欠暴露すると、「抑制」過程が順調に進行し、その結果エノキタケの栽培期間の短縮と子実体収量の増大がみられるとの報告がある<sup>9)</sup>。また、ナメコ栽培の「生育<sup>10)</sup>」段階に O<sub>3</sub> 間欠暴露を行うと、子実体形成の同調化が可能なが報告

\* 千葉県立衛生短期大学 (〒261 千葉県千葉市美浜区若葉 2-10-1)

\*\* 武蔵丘短期大学 (〒355-01 埼玉県比企郡吉見町大字南吉見)

\*\*\* 国立環境研究所 (〒305 茨城県つくば市小野川 16-2)

\*\*\*\* 千葉大学 (〒263 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33)

されている<sup>9)</sup>。しかし、食品として重要な検討項目の一つである子実体各部の化学成分組成の変化については、全く知られていない。

そこで本研究では、きのこ栽培工程に O<sub>3</sub> 暴露を導入

する可否を探る一環として、ナメコ (*Pholiota nameko*) の子実体発育段階における O<sub>3</sub> 暴露の影響について、子実体各部の化学成分組成すなわち一般成分、無機質成分およびビタミンを比較検討し、ナメコ栽培における O<sub>3</sub> 暴露の有効性を探った。さらに O<sub>3</sub> 暴露に伴う子実体各部の化学成分組成の変化を介し、ナメコの化学成分特性についても検討を加えた。

Table 1 Culture medium\* for Nameko mushroom

Composition of medium	
Saw dust**	1.0~1.1 l
Rice bran	36 g
Corn bran	8 g
Water content	65~68 %

\* 530~550 g Fresh weight/800 ml bottle

\*\* Mixture of Buna (*Fagus crenata*) with about 3% of Kaki (*Dispyros kaki* var. *domestica*)

## 実験方法

### 1. 試料

ナメコ N-4 株「(株) 下曲化成」は、Table 1 に示した培地を常圧で7時間滅菌(点火後~起蒸まで0.5時間、起蒸から火止めまで5.5時間、冷却1.0時間)<sup>9)</sup>後、Table 2 に示した条件下で栽培した。O<sub>3</sub> 暴露は、菌糸培養65日目に培養瓶上部表面の菌糸を除去(菌掻き)し、子実体原基を形成した培養75日目の菌体を、

Table 2 Environmental conditions for preparative cultures of Nameko mushroom for ozone exposure

	Spawn run	Fruit body* induction	Fruit body growing
Temperature (°C)	20	13~15	13~15
Relative humidity (%)	NC	ca 90	ca 90
Culture period (day)	65	10~12	8~10
Air change (min/h)	15	NC	NC

\* The culture surface was sprayed by tap water and then irradiated by a plant growing lamp.

NC : Not controlled

Table 3 Environmental conditions during fruit body development of Nameko mushroom

O <sub>3</sub> treatment* (ppm)	Controlled range of conc.		Temp. (°C)	Relative humidity (%)
	O <sub>3</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)		
0	0	392~484	14.5~15.5	90~98
0.03	0.026~0.036	398~538	14.5~15.5	89~97
0.1	0.089~0.091	388~462	14.5~15.5	88~93
0.3	0.29 ~0.31	374~424	14.5~16.0	87~97

\* Concentration of ozone

The wind velocity was 10~20 cm/sec and the illumination at top of culture bottles was 7~40 lx.

\* エノキタケ生産において子実体原基形成直後に、低温処理や送風処理などによって子実体発育を同調化する栽培工程

\*\* きこの栽培工程の内、子実体原基形成の発育から収穫までの段階

Table 3 の環境条件に調節したグロースキャビネット (内容積 7.5 m<sup>3</sup>)<sup>10)</sup> 中において, 7 日間行った. O<sub>3</sub> 暴露濃度は, 対照区: 0 ppm (通常環境), O<sub>3</sub> 試験区: 0.03 ppm, 0.1 ppm および 0.3 ppm の 4 区分とし, 各区分 10 瓶を実験試料とした.

## 2. 定量法

試料は傘と柄にわけて秤量後, 10 瓶まとめてロボークープ (Food Machinery Inc. 製, R 2) で均一にした. 一般成分〔水分, タンパク質, 脂質, 灰分および炭水化物〕の定量法として, 水分は無水硫酸ナトリウムを乾燥助剤とした 105°C 乾燥法<sup>11)</sup>, タンパク質はセミマイクロゲルダール窒素定量法 (窒素-タンパク質換算係数 6.25)<sup>11)</sup>, 脂質はソックスレー抽出器によるエチルエーテル抽出法<sup>11)</sup>, 灰分は石英のつぼを用いた直接灰化法 (600°C)<sup>11)</sup> を用いた. 炭水化物は差し引き換算により求めた. 無機質〔カドシウム, 鉄, ナトリウム, カリウムおよび亜鉛 (以下, 各々 Ca, Fe, Na, K および Zn と略す)〕は直接灰化法により得た灰分を 1% HCl で希釈し, 島津製作所製原子吸光/フレイム分光光度計 AA-646 を用い原子吸光法<sup>12)</sup> により定量した. ビタミンの定量はビタミン B<sub>1</sub>, ビタミン B<sub>2</sub> およびビタミン C (以下, 各々 V.B<sub>1</sub>, V.B<sub>2</sub> および V.C と略す) について行った. V.B<sub>1</sub> および V.B<sub>2</sub> は 0.1 N 硫酸と 5% タカジアスターゼにより抽出後, V.B<sub>1</sub> はチオクローム蛍光法<sup>13)</sup>, V.B<sub>2</sub> はルミフラビン蛍光法<sup>11)13)</sup> に従い定量した. V.C は 5% メタリン酸により抽出後, 2,4-ジニトロフェニルヒドラジン法<sup>11)</sup> により定量した.

## 実験結果および考察

オゾン暴露は, 子実体形成期間に影響を与える場合があるが, 本実験では発育段階の進行に明確な相違は認められなかった. 従って本実験で培養の一定期間に行った O<sub>3</sub> 暴露は, 子実体収穫期に対して影響を与えなかった.

ナメコの傘, 柄および子実体の 1 瓶当たりの重量と一般成分組成を乾物中百分率として Table 4 に, 同様に無機質を Table 5, ビタミンを Table 6 に示した. 各成分に及ぼす O<sub>3</sub> 暴露の影響については一元配置の分散分析により検討し, 各 Table に示した. なお, 通常ナメコは傘と柄を同時に摂取するため, 傘および柄の分析値と重量比率から子実体中の各成分含量も計算により求めた (以下, 計算上, 傘と柄を合わせたものを全子実体と称す).

### 1. 傘と柄の重量

1 瓶当たりの傘および柄の重量は, O<sub>3</sub> 濃度の増大に

Table 4 Weight, water, protein, lipid, carbohydrate and ash contents of fruit bodies in Nameko mushroom

	O <sub>3</sub> conc. (ppm)				
	0	0.03	0.1	0.3	LSD*
Weight (g/bottle)					
Pileus	84.64	80.21	80.16	73.66	1.60
Stipe	64.09	51.49	44.15	43.97	0.47
Whole	148.73	131.69	124.31	117.63	1.78
Water (%)					
Pileus	86.06	86.15	88.87	89.06	0.04
Stipe	85.92	84.81	87.31	87.55	0.09
Whole	86.00	85.62	88.32	89.38	0.03
Protein**					
Pileus	20.16	19.35	18.15	18.26	0.17
Stipe	11.43	12.44	11.43	16.14	0.04
Whole	16.38	16.50	15.56	17.40	0.11
Lipid**					
Pileus	1.87	2.24	2.43	2.74	0.14
Stipe	1.63	1.97	1.58	1.93	0.05
Whole	1.77	2.13	2.10	2.41	0.10
Carbohydrate**					
Pileus	71.23	71.84	73.04	72.62	0.16
Stipe	81.05	80.07	81.63	76.62	0.06
Whole	75.49	75.24	76.35	74.23	0.11
Ash**					
Pileus	6.74	6.57	6.38	6.39	0.06
Stipe	5.89	5.53	5.36	5.31	0.04
Whole	6.37	6.14	5.99	5.95	0.03

\* Least significant difference at the 5% level

\*\* Percent on dry basis

伴い有意に減少した. 従って, 収量増大という観点からみると, ナメコ生産において O<sub>3</sub> 暴露は避けるべき方法であると考えられる. また, O<sub>3</sub> 濃度の増大に伴う減少は傘より柄で大きかった. このため, 傘の重量割合が増大し対照区で 1.32 倍, O<sub>3</sub> 試験区では 1.56 倍 (0.03 ppm 区)~1.82 倍 (0.1 ppm 区), 平均 1.68 倍となった. なお, 実用上の観点から傘の増大によるナメコの外観の嗜好性については, 今後の検討が必要と考える.

### 2. 一般成分

i) 水分: 傘および全子実体の水分含量は O<sub>3</sub> 濃度の増加に伴い有意に増大し, 柄では 0.1 および 0.3

Table 5 Calcium, iron, sodium, potassium and zinc contents of fruit bodies in Nameko mushroom

	O <sub>3</sub> conc. (ppm)				LSD*
	0	0.03	0.1	0.3	
<b>Ca**</b>					
Pileus	48.8	48.3	44.0	49.3	0.22
Stipe	60.4	55.3	41.0	63.5	0.78
Whole	53.8	51.2	42.8	55.0	0.28
<b>Fe**</b>					
Pileus	12.3	11.0	11.8	11.2	0.23
Stipe	8.0	7.8	7.7	7.8	0.23
Whole	10.4	9.7	10.2	9.8	0.23
<b>Na**</b>					
Pileus	26.5	15.6	12.0	8.7	0.38
Stipe	15.7	19.4	20.8	16.3	1.07
Whole	21.8	17.2	15.4	11.8	0.24
<b>K**</b>					
Pileus	3490	3130	3210	3170	40.08
Stipe	3160	2870	2260	2700	10.63
Whole	3350	3020	2840	2980	24.95
<b>Zn**</b>					
Pileus	6.24	5.99	5.84	5.84	0.04
Stipe	3.76	3.55	3.55	3.53	0.02
Whole	5.17	4.98	4.96	4.91	0.02

\* Least significant difference at the 5% level

\*\* mg % on dry basis

ppm 区で有意に増加した。水分含量の増加は食感の変化を示唆し、今後の検討が必要である。

ii) タンパク質：傘のタンパク質含量は全 O<sub>3</sub> 試験区で有意に減少したが、柄および全子実体のタンパク質含量は 0.03 および 0.3 ppm 区で有意に増加した。柄への影響が最も大きく、対照区の 1.00 倍 (0.1 ppm 区) ~ 1.41 倍 (0.3 ppm 区)、平均 1.17 倍であった。各部位を比較すると、傘および全子実体のタンパク質含量は、柄に比べて全試験区で高く、傘のタンパク質含量は柄の 1.13 倍 (0.3 ppm 区) ~ 1.76 倍 (0 ppm 区)、平均 1.51 倍であった。対照区における傘と柄のタンパク質含量比は、今回分析した成分中で最も大きかった。なお、シイタケでもタンパク質含量は傘では柄の 2.37 倍に達し、一般成分中で最も大きく異なっていることが知られている<sup>14)</sup>。

Table 6 Thiamin, riboflavin and ascorbic acid contents of fruit bodies in Nameko mushroom

	O <sub>3</sub> conc. (ppm)				LSD*
	0	0.03	0.1	0.3	
<b>Thiamin**</b>					
Pileus	1.79	2.02	2.88	2.10	0.12
Stipe	1.35	0.99	1.42	1.04	0.11
Whole	1.60	1.59	2.32	1.67	0.07
<b>Riboflavin**</b>					
Pileus	1.22	1.01	1.26	1.27	0.04
Stipe	0.92	0.86	0.79	1.04	0.02
Whole	1.09	0.95	1.08	1.18	0.02
<b>Ascorbic acid**</b>					
Pileus	66.50	91.00	78.10	78.90	0.17
Stipe	50.20	50.60	52.40	52.40	0.16
Whole	59.44	74.31	68.19	68.19	0.15

\* Least significant difference at the 5% level

\*\* mg % on dry basis

iii) 脂質：傘および全子実体の脂質含量は全 O<sub>3</sub> 試験区で、柄の脂質は 0.1 ppm 区を除く O<sub>3</sub> 試験区で有意に増加した。傘への影響が最も大きく、対照区の 1.20 倍 (0.03 ppm 区) ~ 1.47 倍 (0.3 ppm 区)、平均 1.32 倍であった。脂質含量は、一般成分中最も大きく増加したが、本成分の変化は味および香への影響が大きいと考えられることから、今後の検討が必要である。各部位を比較すると、傘および全子実体の脂質含量は、柄に比べ全試験区で高く、傘の脂質含量は柄の 1.14 倍 (0.03 ppm 区) ~ 1.54 倍 (0.1 ppm 区)、平均 1.31 倍であった。

iv) 炭水化物：傘の炭水化物含量は全 O<sub>3</sub> 試験区で有意に増加したが、柄および全子実体では 0.1 ppm 区を除き有意に減少した。しかし、対照区に対する増加および減少割合は各々非常に小さく、従って炭水化物含量は一般成分中で O<sub>3</sub> 暴露の影響を最も受けにくかった。各部位を比較すると、柄の炭水化物含量は、傘および全子実体に比べ全試験区で高く、一般成分中本成分のみが傘より柄に多く含有されていた。

v) 灰分：傘、柄および全子実体の灰分含量は、全 O<sub>3</sub> 試験区で有意に減少したが、減少割合は各々小さく、灰分含量も炭水化物について O<sub>3</sub> 暴露の影響をうけにくかった。なお、キャベツやトマトの灰分含量は O<sub>3</sub>

暴露により増大するが、レタスとストロベリーの灰分含量は変化しないことが報告<sup>7)</sup>されており、O<sub>3</sub> 暴露の影響は生物種により著しく異なると考えられる。

今回分析した対照区的全子実体の一般成分を他のナメコの報告例<sup>15)-17)</sup>と比較すると、水分含量はこれらの報告例に対しても10%程度低かった。これは、環境制御の精度を増大するため、生育<sup>\*\*、8)</sup>段階において通常の栽培時より強い送風を用いたことによると考えられる。タンパク質および脂質含量は、四訂日本食品標準成分表(以下、四訂成分表と略す)<sup>15)</sup>と比較し前者は40%、後者は65%低く、炭水化物含量は四訂成分表<sup>15)</sup>と比較し20%高かったが、タンパク質および炭水化物含量は倉沢らの結果<sup>16)</sup>と近似していた。灰分含量は四訂成分表<sup>15)</sup>および倉沢らの結果<sup>16)</sup>と近似していた。このことから、灰分含量は品種や培養条件の影響を受けにくいものと考えられる。

### 3. 無機質成分

i) Ca: 傘、柄および全子実体の Ca 含量は、いずれも0.3 ppm 区で有意に増加し、他の O<sub>3</sub> 試験区では有意に減少した。柄への影響が最も大きく、対照区の0.68倍(0.1 ppm 区)~1.05倍(0.3 ppm 区)、平均0.88倍であった。O<sub>3</sub> 暴露により傘、柄ともに含量が増加した試験区をもつ無機質は Ca のみであった。各部位を比較すると柄の Ca 含量は、傘および全子実体の含量に比べ0.1 ppm 区を除き高く、対照区で柄の Ca 含量は傘の1.24倍であった。

ii) Fe: 傘、柄および全子実体の Fe 含量は O<sub>3</sub> 暴露により減少し、傘への影響が最も大きかった。各部位を比較すると、傘および全子実体の Fe 含量は柄に比べ全試験区で高く、傘は柄の1.41倍(0.03 ppm 区)~1.54倍(0 ppm 区)、平均1.48倍であった。

iii) Na: 傘および全子実体の Na 含量は、全 O<sub>3</sub> 試験区で有意に減少した。全子実体への影響が最も大きく、対照区の0.54倍(0.3 ppm 区)~0.79倍(0.03 ppm 区)、平均0.68倍であった。しかし、柄の Na 含量は全 O<sub>3</sub> 試験区で増加した。この結果、全試験区では傘と柄の Na 含量が大きく逆転したが、このような成分は Na のみで、Na は今回分析した成分中で最も O<sub>3</sub> の影響を受けやすいことがわかった。また、各部位を比較すると、対照区における傘の Na 含量は柄の1.68倍で、今回分析した無機質中で最も大きかった。

iv) K: 傘、柄および全子実体の K 含量は、全 O<sub>3</sub> 試験区で有意に減少した。柄の K 含量に最も顕著な影響がみられ、対照区の0.72倍(0.1 ppm 区)~0.91倍

(0.1 ppm 区)、平均0.83倍となった。各部位を比較すると、傘および全子実体の K 含量は、柄に比べ全試験区で高かった。

v) Zn: 傘、柄および全子実体の Zn 含量は、全 O<sub>3</sub> 試験区で有意に減少した。各部位を比較すると、傘および全子実体の Zn 含量は柄に比べて全試験区で高く、傘は柄の1.65倍(0.3 ppm 区)~1.69倍(0.03 ppm 区)、平均1.66倍であった。

なお、データとして示さなかったが灰分中の各無機質含量の比率値をみると、各無機質含量の結果とはほぼ一致していた。O<sub>3</sub> 暴露により Ca を除く各無機質含量は、減少したが、このことは各種の種子植物で報告<sup>19)</sup>されているのと同様、ナメコでも O<sub>3</sub> が無機イオンの細胞膜透過性に影響を与えた結果ではないかと推察される。今回分析した対照区的全子実体の無機質成分を他のナメコの報告例<sup>15)-17)</sup>と比較すると、Ca、および Fe 含量は四訂成分表<sup>15)</sup>および川井らの結果<sup>17)</sup>より前者は25~29%、後者は17~25%低かった。Na および K 含量は四訂成分表<sup>15)</sup>と比較し、前者は85%低く、後者は48%高かった。Zn 含量は日本食品無機質成分表<sup>18)</sup>より31%低かった。しかし、Na、K および Zn 含量はそれぞれ川井らの結果<sup>17)</sup>と近似していた。

### 4. ビタミン

i) V.B<sub>1</sub>: 傘、柄および全子実体の V.B<sub>1</sub> 含量は、いずれも0.1 ppm 区で有意に増加した。傘への影響が最も著しく、対照区の1.13倍(0.03 ppm 区)~1.61倍(0.1 ppm 区)、平均1.30倍であった。しかし、柄の V.B<sub>1</sub> 含量は、0.03および0.3 ppm 区で有意に減少した。各部位を比較すると、傘および全子実体の V.B<sub>1</sub> 含量は、柄に比べ全試験区で高く、傘は柄の1.33倍(対照区)~2.04倍(0.03 ppm 区)、平均1.86倍であった。

ii) V.B<sub>2</sub>: 傘、柄および全子実体の V.B<sub>2</sub> 含量は、0.3 ppm 区で有意に増加したが、増加割合は非常に小さかった。各部位を比較すると、傘および全子実体の B<sub>2</sub> 含量は、柄に比べ全試験区で高く、傘は柄の1.17倍(0.03 ppm 区)~1.59倍(0.1 ppm 区)、平均1.33倍であった。

iii) V.C: 傘、柄および全子実体の V.C 含量は、全 O<sub>3</sub> 試験区で有意に増加した。傘への影響が最も著しく、対照区の1.17倍(0.1 ppm 区)~1.37倍(0.03 ppm 区)、平均1.24倍であった。各部位を比較すると、傘および全子実体の V.C 含量は柄に比べ全試験区で高く、傘は柄の1.32倍(0 ppm 区)~1.80倍(0.03 ppm

区), 平均 1.53 倍であった。

以上のような  $O_3$  暴露に伴う各ビタミン含量の変化については, キャベツでは  $V.B_1$ ,  $V.B_2$  および  $V.C$  が増加すること, レタスでは  $V.B_1$  のみが増加すること, トウモロコシでは  $V.C$  のみが増加することなどが報告され<sup>7)</sup>, 生物種によって異なると考えられる。また, 多くの種子植物は 0.1 ppm~0.3 ppm の  $O_3$  暴露によって視覚障害を生じるが<sup>20)</sup>, ナメコは, 0.3 ppm の  $O_3$  暴露によっても視覚障害を示さず, 重量の減少を生じたのみであった。さらに,  $V.C$  やグルタチオンなど生体内還元物質に富む品種のホウレンソウは,  $O_3$  暴露に対し強い耐性を示すとの報告から<sup>20)</sup>, 本実験のナメコが  $O_3$  暴露に対し強い耐性を示したのは, ナメコが  $O_3$  暴露に伴い抗酸化剤として機能する  $V.B_2$  および  $V.C$  含量を増加させる能力を有していたことに一因があると推察される。このように, ビタミン含量の増加を誘因する  $O_3$  暴露は, ナメコの栄養価の向上には有効であることが示唆された。今回分析した対照区のナメコ全子実体のビタミンを四訂成分表<sup>15)</sup>と比較すると,  $V.B_1$  は近似し,  $V.B_2$  は 32% 低く,  $V.C$  は高かったが, その原因は他の成分と同様に品種および培養条件の違いと考えられる。また, 対照区における傘の  $V.B_1$ ,  $V.B_2$ ,  $V.C$  の含量は, 各々の柄に対して 1.68 倍であったことから, ナメコの水溶性ビタミンは傘に多く含有され, 傘と柄での水

溶性ビタミンの含有比率はビタミンの種類に関係なく一定であることが明らかになった。

#### 5. 化学成分含量相互間の相関

$O_3$  暴露濃度と重量および化学成分含量の相互関係を相関係数として Tables 7~9 に示した。  $O_3$  暴露との間に 5% 以下の危険率で正の相関を示したものとして, 傘では水分および脂質, 柄では水分, タンパク質および  $V.C$ 。全子実体では水分, 脂質および  $V.B_2$  であった。  $O_3$  暴露との間に 5% 以下の危険率で負の相関を示したものとして, 傘では傘重量, タンパク質, 灰分, Na および Zn, 柄では重量, 炭水化物および灰分, 全子実体では重量, 灰分, Na および Zn であった。一方, 傘, 柄および全子実体に共通して 5% 以下の危険率で正の相関が認められたものは,  $O_3$  暴露に対する水分, 重量に対する K および Zn, 灰分に対する K および Zn, K に対する Zn であった。傘, 柄および全子実体に共通して 5% 以下の危険率で負の相関が認められたものは,  $O_3$  暴露に対する重量および灰分, タンパク質に対する炭水化物であった。

ナメコ以外の軟質きのこの生産における子実体の水分含量の増加は, 栽培時の耐病性の低下や日持ちの低下を招くため, 避けなければならない栽培目標の一つである。ナメコは子実体が未成熟, 即ち, 傘が十分に開傘しない内に収穫し, 新鮮あるいは水点の状態出荷し, 子実体

Table 7 Correlation coefficients among  $O_3$  concentration, weight and

	Weight	Proximate composition				
		Water	Protein	Lipid	Carbohydrate	Ash
$O_3$ concn.	-0.944**	0.820*	-0.745*	0.910**	0.628	-0.738*
Weight		-0.735*	0.768*	-0.947**	-0.650	0.791*
Water			-0.940**	0.862**	0.918**	-0.910**
Protein				-0.912**	-0.983**	0.989**
Lipid					0.822*	-0.909**
Carbohydrate						-0.974**
Ash						
Ca						
Fe						
Na						
K						
Zn						
Thiamin						
Riboflavin						

\* Significant at the 5% level, \*\* Significant at the 1% level



Table 8 Correlation coefficients among O<sub>3</sub> concentration, weight and

	Weight	Proximate composition				
		Water	Protein	Lipid	Carbohydrate	Ash
O <sub>3</sub> concn.	-0.718*	0.751*	0.914**	0.397	-0.859**	-0.749*
Weight		-0.588	-0.507	-0.273	0.413	0.996**
Water			0.444	-0.303	-0.349	-0.575
Protein				0.682	-0.993**	-0.562
Lipid					-0.731*	-0.334
Carbohydrate						0.473
Ash						
Ca						
Fe						
Na						
K						
Zn						
Thiamin						
Riboflavin						

\* Significant at the 5% level, \*\* Significant at the 1% level

Table 9 Correlation coefficients among O<sub>3</sub> concentration, weight and

	Weight	Proximate composition				
		Water	Protein	Lipid	Carbohydrate	Ash
O <sub>3</sub> concn.	-0.826*	0.902**	0.632	0.877**	-0.642	-0.766*
Weight		-0.807*	-0.259	-0.942**	0.295	0.987**
Water			0.263	0.727*	-0.269	-0.808*
Protein				0.531	-0.998**	-0.117
Lipid					-0.570	-0.881**
Carbohydrate						0.150
Ash						
Ca						
Fe						
Na						
K						
Zn						
Thiamin						
Riboflavin						

\* Significant at the 5% level, \*\* Significant at the 1% level



お礼申し上げます。

### 文 献

- 1) DUGGER, W.M. and TING I.P.: *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **21**, 215 (1970).
- 2) 戸塚 績: 国立公害研究所報告, No. 64, 101 (1984).
- 3) 田中 浄: 蛋白質 核酸 酵素, **33**, 2824 (1988).
- 4) BENNETT, J.P., RESH H.M. and RONECKLES V.C.: *Can. J. Bot.*, **52**, 35 (1974).
- 5) HORWARD, M. and TRESHOW, M.: *Environmental Conservation*, **2**, 17 (1975).
- 6) SKARBY, L.; Changes in the nutritional quality of crops. In *Gaseous Air Pollutants and Plant Metabolism* (ed. KOZIOL, M.J. and WHATLEY, F.R.), Butterworths, London p. 351 (1984).
- 7) PIPPEN, E.L., POTTER, A.L., RANDALL, V.G., NG, K.C., REUTER III, F.W., MORGAN Jr, A.I. and OSHIMA, R.J.: *J. Food Sci.*, **40**, 672 (1975).
- 8) 農村文化社「きのこ年鑑」編集部: '92年版きのこ年鑑, (農村文化社, 東京), p. 93, p. 175, p. 188 (1991).
- 9) 高藤芳和: 日特公, 昭58-115466, (1983).
- 10) 相賀一郎・大政謙次・安保文彰: 昭和51/52年度研究報告. 国立公害研究所特別研究成果報告 R-2, 193 (1978).
- 11) 日本薬学会編: 衛生試験法注解1980付. 追補, (金原出版, 東京), p. 139, p. 153, p. 177, p. 147, p. 209, p. 213, p. 216 (1983).
- 12) 日本食品工業学会 食品分析法編集委員会編: 食品分析法, (光琳, 東京) p. 239 (1982).
- 13) 渡邊智子: 千葉県立衛生短期大学紀要 No. 5, 9, (1988).
- 14) 安藤昭代: 家政学雑誌, **27**, 86 (1976).
- 15) 科学技術庁資源調査会編: 四訂日本食品標準成分表, (大蔵省印刷局, 東京), p. 258 (1982).
- 16) 倉沢新一・菅原龍幸・林 淳三: 日食工誌, **29**, 400 (1982).
- 17) 川井英雄・菅原龍幸・松沢睦子・角田敷佳代子・青柳康夫・細貝祐太郎: 日食工誌, **33**, 250 (1986).
- 18) 科学技術庁資源調査会編: 日本食品無機質成分表, (大蔵省印刷局, 東京), p. 62, (1991).
- 19) EVANS, L.S and TING, I.P.: *Amer. J. Bot.*, **61**, 592 (1974).
- 20) TANAKA, K., SUDA, Y., KONDO, N. and SUGAHARA, K.: *Plant Cell Physiol.*, **26**, 1425 (1985).

(平成4年1月29日受理)