

ヒイロタケ色素について (第三報)

色素産生に及ぼす無機塩の影響

寺下隆夫*・河野又四*

Studies on the HIIROTAKE (*Trametes sanguinea*) pigments (III)

Effects of the inorganic salts on the
pigments production

Takao TERASHITA, and Matashi KŌNO

Synopsis

We examined on the cultural condition added to forty kind of inorganic salts for the pigments production of HIIROTAKE (*Trametes sanguinea*). As results of the examination, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, K_2SO_4 , and Na_2SO_3 to the mixed medium was obtained a best amounts of the pigments, Mg^{++} ion was promoted on the mycelial growth and pigments production, but Fe^{++} , Fe^{+++} , and Zn^{++} ion was not effected on the pigments production.

In relation to periodic table, inorganic ions that are capable to promote the mycelial growth and pigments production was all present except to BaCl_2 inside of number twenty elements on the periodic table.

I 緒 言

BOSE¹⁾によれば、 FeSO_4 、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 等の無機塩は、ヒイロタケの菌糸発育を促進すると報告しているが、色素の生成については、報告が見られない。筆者らは、色素産生に及ぼす無機塩の影響について前報²⁾で混合培地に $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 KCl を種々異なる濃度で添加、実験を行い、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ が培地に対し、0.18%以内であれば、 KCl 添加量と無関係に、安定した色素の生成が認められた。しかし色素の生成が無機塩によって相当巾広い影響を与えられるので、40種類の無機塩について、培地に対し、最も適当と考えられる0.1%を添加、その色素生成の影響について検討してみた。

* 食品栄養学科 食品衛生学研究室 (Institute of Food and Nutritional Science, Lab. of Food Hygenic)

II 実験方法

混合培地（木屑400g, 米糖40g, わら10g, 水1000mlの割合に混合）に, Table 1に示した40種

Table 1, The experimental plots on addition inorganic salts on the mixed medium.

No.*	inorganic salts	No.*	inorganic salts	No.*	inorganic salts	No.*	inorganic salts
1	FeSO ₄	11	MgSO ₄ · 7H ₂ O	21	CaCO ₃	31	Na ₂ C ₂ O ₄
2	Fe ₂ (SO ₄) ₂	12	BaCl ₂	22	NaHSO ₃	32	Na ₂ C ₄ O ₇
3	(NH ₄) ₂ SO ₄ · FeSO ₄ · 6H ₂ O	13	KH ₂ PO ₄	23	(NaPO ₃) ₆	33	NaCl
4	NH ₄ Fe(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	14	K ₂ HPO ₄	24	Na ₂ SO ₄	34	CH ₃ COONH ₄
5	FeCl ₃	15	K ₂ SO ₄	25	Na ₂ SO ₃	35	(NH ₄) ₂ C ₄ H ₄ O ₆
6	FeC ₆ H ₅ O ₇ · xH ₂ O	16	KCl	26	Na ₂ HPO ₄	36	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ · 4H ₂ O
7	MnSO ₄	17	K ₂ CO ₃	27	Na ₂ S ₂ O ₃	37	NH ₄ Cl
8	ZnSO ₄	18	K ₂ S ₂ O ₈	28	KNaC ₄ H ₄ O ₆ · 4H ₂ O	38	(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ · H ₂ O
9	Zn(CH ₃ COO) ₂ · 2H ₂ O	19	K ₂ Cr ₂ O ₇	29	NaH ₂ PO ₄ · 2H ₂ O	39	NH ₄ NO ₃
10	MgCl ₂ · 6H ₂ O	20	CaCl ₂	30	NaHSO ₄ · H ₂ O	40	(NH ₄) ₂ HPO ₄

* No.: Experimental plots.

類の無機塩を, それぞれ1種ずつ培地に対し, 0.1%添加し, 各試験区共, 直径90mmのペトリ皿5枚に, 培地約15gずつを入れ, 無機塩無添加の標準区と共に, オートクレーブで滅菌後, 28°C, 48時間培養のヒイロタケ菌そう(帝国女子大学, 永友勇教授より分譲をうけ, 当研究室で培養)小片(直径3~4mm)1個を培地中央部に移植, 各試験区共, 37°Cの恒温器内で, 21日間培養し, 菌そうの直径の測定および色素の生成状態を観察した。

III 結 果

Table 2, 3, 4は菌糸成長では, 90mm直径のペトリ皿に発育する菌糸の直径を示し, 色素の生成は, その菌そうの色を10段階に分け, その番号で示した。Table 2に示した無機塩添加区は, 無添加の標準区より, 菌糸発育および色素生成の促進が認められたもので, Table 3には, さほど菌糸発育, 色素生成に影響の及ばさなかつたものを, Table 4には, むしろ無機塩の添加が, 菌糸発育及び色素生成を抑制したものを示したが, 40種類の各無機塩について, 試験した結果では, その内の20種類が菌糸発育および色素の生成を阻害し, 11種類が促進を示し, 残る9種類が無機塩無添加の標準試験区とさほど異なる結果を示した。特にNaHSO₄ · H₂O, (NH₄)₂C₂O₄ · H₂Oは培養13日目に菌糸が消失した。色素生成促進が最も顕著な区は, MgSO₄ · 7H₂O, K₂SO₄, Na₂SO₃で, ついでBaCl₂, KH₂PO₄, CaCO₃, Na₂HPO₄, NaH₂PO₄ · 2H₂O, (NH₄)₂C₄H₄O₆,

Table 2, Effects of inorganic salts on the mycelial growth and pigments production of *T. sanguinea* on the mixed medium.

Days mycelium and pigment experimental plots	3 days		5 days		7 days		9 days		11 days		13 days		15 days		21 days	
	Mycelial growth*	Co- lor **	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor
MgSO ₄ · 7H ₂ O	5 3	0	7 5	0	9 0	2	9 0	4	9 0	7	9 0	7	9 0	9	9 0	9
BaCl ₂	4 3	0	7 1	0	8 5	2	9 0	4	9 0	6	9 0	8	9 0	8	9 0	8
KH ₂ PO ₄	4 5	0	6 8	0	9 0	3	9 0	5	9 0	6	9 0	7	9 0	8	9 0	8
K ₂ SO ₄	4 8	0	7 4	0	9 0	3	9 0	6	9 0	7	9 0	8	9 0	9	9 0	9
CaCO ₃	2 3	0	5 7	0	7 0	3	9 0	4	9 0	7	9 0	8	9 0	8	9 0	8
Na ₂ SO ₄	4 6	0	7 4	0	9 0	2	9 0	2	9 0	4	9 0	6	9 0	7	9 0	8
Na ₂ SO ₃	2 5	0	5 5	0	5 8	3	9 0	5	9 0	7	9 0	8	9 0	9	9 0	9
Na ₂ HPO ₄	1 1	0	3 7	0	5 1	3	6 2	4	7 2	5	9 0	7	9 0	8	9 0	10
NaH ₂ PO ₄ · 2H ₂ O	5 2	0	7 4	0	9 0	3	9 0	6	9 0	7	9 0	8	9 0	8	9 0	8
(NH ₄) ₂ C ₄ H ₄ O ₆	4 6	0	7 8	0	9 0	3	9 0	3	9 0	6	9 0	8	9 0	8	9 0	9
MgCl ₂ · 6H ₂ O	4 1	0	7 0	0	9 0	4	9 0	6	9 0	7	9 0	7	9 0	7	9 0	8
Standard	2 5	0	4 3	0	6 5	2	8 3	3	9 0	4	9 0	5	9 0	6	9 0	8

* Mycelial growth: Diameter of mycelium (diameter of 90mm Petri-dish)

** Color 0: non color 1: light brown 2: brown 3: light yellow 4: yellowish brown 5: orange yellow 6: orange 7: light red 8: orange red 9: light crimson 10: crimson

Table 3, Effects of inorganic salts on the mycelial growth and pigments production of *T. sanguinea* on the mixed medium.

Days mycelium and pigment experimental plots	3 days		5 days		7 days		9 days		11 days		13 days		15 days	
	Mycelial growth*	Co- lor **	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor
FeC ₆ H ₅ O ₇ · xH ₂ O	3 9	0	6 8	0	9 0	3	9 0	3	9 0	3	9 0	4	9 0	4
K ₂ HPO ₄	1 3	0	3 1	0	4 7	3	5 2	3	5 2	4	9 0	5	9 0	5
KCl	4 2	0	6 7	0	8 2	2	9 0	3	9 0	5	9 0	7	9 0	7
CaCl ₂	4 1	0	6 5	0	7 6	0	8 0	2	8 0	4	8 0	5	8 0	5
(NaPO ₃) ₆	1 6	0	5 1	0	5 1	2	5 6	3	5 8	5	6 3	6	6 3	6
KNaC ₄ H ₄ O ₆ · 4H ₂ O	3 8	0	6 7	0	9 0	3	9 0	3	9 0	5	9 0	5	9 0	5
NaCl	4 5	0	6 9	0	9 0	3	9 0	4	9 0	5	9 0	6	9 0	6
NH ₄ Cl	4 6	0	6 4	0	8 3	4	9 0	5	9 0	5	9 0	5	9 0	5
(NH ₄) ₂ HPO ₄	1 0	0	2 4	0	5 9	3	7 1	3	7 1	4	7 4	4	7 5	4
Standard (mixed medium)	2 5	0	4 2	0	6 5	2	8 5	3	9 0	4	9 0	5	9 0	6

* Mycelial growth: Diameter of mycelium (diameter of 90mm Petri-dish)

** Color 0: non color 1: light brown 2: brown 3: light yellow 4: yellowish brown 5: orange yellow 6: orange 7: light red 8: orange red 9: light crimson 10: crimson

Table 4, Effects of inorganic salts on the mycelial growth and pigments production of *T. sanguinea* on the mixed medium

Days mycelium and pigments experimental division	3 days		5 days		7 days		9 days		11days		13days		15days	
	Mycelial growth*	Co- lor **	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor	Mycelial growth	Co- lor
FeSO ₄	1 6	0	2 2	0	2 7	0	2 7	0	3 2	0	3 2	0	3 2	0
Fe ₂ (SO ₄) ₃	1 5	0	1 7	0	2 0	0	2 3	0	2 3	0	2 3	0	2 3	0
(NH ₄) ₂ SO ₄ · FeSO ₄ · 6H ₂ O	1 1	0	1 1	0	1 1	0	1 1	0	1 1	0	1 1	0	1 1	0
NH ₄ Fe(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O	1 5	0	2 4	0	3 0	0	3 0	0	3 0	0	3 0	0	3 0	0
FeCl ₃	1 1	0	3 3	0	4 3	0	9 0	0	9 0	1	9 0	1	9 0	1
MnSO ₄	4 7	0	6 8	0	7 2	0	7 2	0	7 2	1	7 2	1	7 2	1
ZnSO ₄	9	0	1 5	0	1 9	0	2 0	0	2 3	0	2 3	0	2 3	0
Zn(CH ₃ COO) ₂ · 2H ₂ O	1 1	0	1 5	0	1 6	0	2 1	0	2 1	0	2 1	0	2 1	0
K ₂ CO ₃	1 0	0	1 1	0	1 1	0	1 1	0	1 1	0	1 1	0	1 1	0
K ₂ S ₂ O ₈	9	0	1 2	0	1 2	0	1 2	0	1 2	0	1 2	0	1 2	0
K ₂ Cr ₂ O ₇	1 1	0	1 4	0	1 6	0	1 6	0	1 6	0	1 6	0	1 6	0
NaHSO ₃	2 2	0	3 8	0	4 4	4	4 7	4	5 0	4	5 0	4	5 0	4
Na ₂ S ₂ O ₃	1 6	0	3 0	0	4 5	3	4 7	4	6 0	4	6 0	4	6 0	4
NaHSO ₄ · H ₂ O	9	0	1 1	0	1 1	0	1 1	0	1 1	0	0	0	0	0
Na ₂ C ₂ O ₄	1 1	0	1 5	0	1 5	0	1 8	2	1 8	2	1 8	0	1 8	0
Na ₂ C ₄ O ₇	1 0	0	1 0	0	1 0	0	1 0	0	1 0	0	1 0	0	1 0	0
CH ₃ COONH ₄	1 2	0	1 6	0	1 9	0	1 9	0	1 9	0	1 9	0	0	0
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ · 4H ₂ O	1 5	0	3 7	0	5 8	3	6 4	3	6 5	3	6 5	3	6 6	3
(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ · H ₂ O	1 1	0	2 0	0	2 1	0	2 1	0	2 1	0	0	0	0	0
NH ₄ NO ₃	4 4	0	6 2	0	6 2	2	6 8	3	6 8	3	6 8	3	6 8	3
Mixed medium (standard)	2 5	0	4 2	0	6 5	2	8 5	3	9 0	4	9 0	5	9 0	6

* Mycelial growth: Diameter of mycelium (diameter of 90mm Petri-dish)

** Color 0: non color 1: light brown 2: brown 3: light yellow 4: yellowish brown 5: orange yellow
6: orange 7: light red 8: orange red 9: light crimson 10: crimson

MgCl₂・6H₂O などであったが、色素の生成がまったく見られなかった区は、40区中、14区に及んだ。色素生成が少しでも認められた無機塩添加区については、Fig. 1に示した。これを見ると、

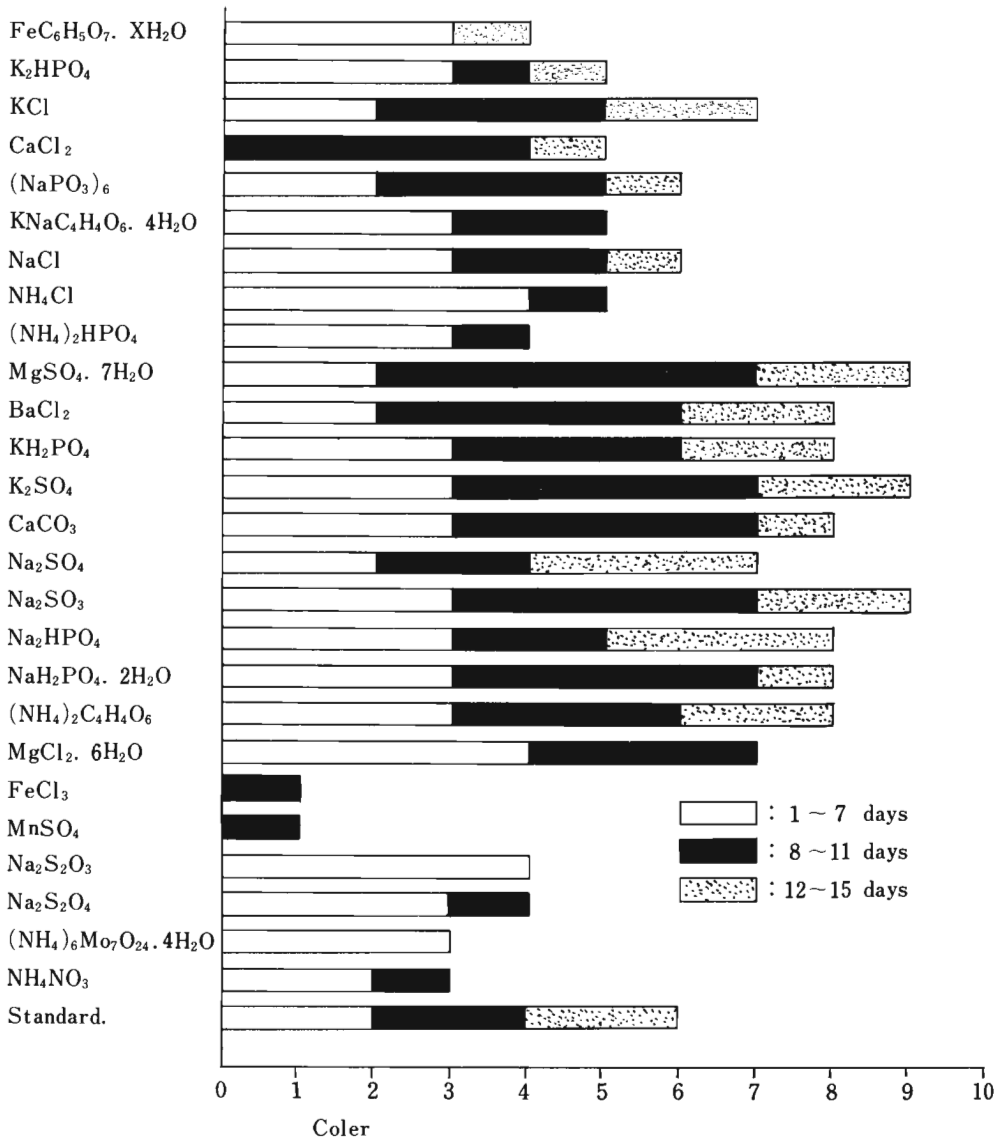


Fig. 1 Effects of inorganic salts on the pigments production of *T. sanguinea* on the mixed medium.

Coler 0: non coler 1: light brown 2: brown 3: light yellow 7: light red
5: orange yellow 6: orange 7: light red 8: orange red 9: light crimson
10: crimson

培養7日目では、全体的に色相は、かっ色ないし淡黄色を示すが、8~11日目では、色素生成良好な区は、だいたい色ないしは淡赤色を示し、この3日間の色の変化は著しい。培養8~11日の

期間は、最も色素生成が盛んな時期であると思われる。また Fig. 1 に示したように培養15日目までは、 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; K_2SO_4 , Na_2SO_3 添加区が最も著しい色素の生成が認められた。

また無機塩無添加の標準区、すなわち混合培地のみでは、7日目でかっ色、11日目で黄かっ色、15日でだいたい色、Table 2 より、21日目で橙赤色の色素生成状態を示した。

$MnSO_4$; $FeCl_3$ 区は色素の生成がわずか見られたが、これらは、Table 4 に示した結果から、菌糸発育は順調であった。また Fig. 1 より人体に取って非常に有毒な、 $BaCl_2$ 添加区が、菌糸発育および色素生成を促進した。 $NaHSO_4$, NH_4Cl は、1~7日目までの色素生成は早く、急激な色の変化がみられ、黄かっ色となったが、以後色の変化が認められず、わずかに NH_4Cl が、11日目までに橙黄色に変化したのみであった。これらを総合して、菌糸発育及び色素生成が順調な場合、菌糸は5日ないし7日あれば、ペトリ皿全面に発育し、7日目をすぎる頃より色素の生成がはじまるようである。

IV 考 察

Table 4 から、鉄を含んだ無機塩の添加は菌糸発育、色素生成には、むしろ阻害要因として働くという結果を示したが、Bose¹⁾によれば、 $FeSO_4$ を Czapek—Dox 溶液培地に添加した場合、菌糸発育が促進されたと報告し異なった結果を得た。本実験では木屑を基本に用いた混合培地で、0.1%の $FeSO_4$ 添加についての結果であるから、さらに添加量についての検討が必要であろう。

亜鉛を含む無機塩も、色素生成を阻害した。また菌糸の充分な発育は、色素生成の為には、絶対必要な条件であるが、菌糸発育が順調であっても、ある種の無機塩添加では、必ずしも色素の生成が認められるとは限らない。この様なことから、菌糸の発育要素と色素生成要素として必要な無機イオンの間に差異があると考えられる。

$MgSO_4 \cdot 7H_2O$, K_2SO_4 , Na_2SO_3 の3試験区は最も色素生成が著しく、これらに共通の元素は硫黄である。硫黄化合物については森田³⁾らが、多数の植物について、その分布状態を検討した際、植物の種子には多量の硫黄化合物が含まれていることを見いだしている。しかしこの3区の他にも、供試無機塩中に、硫黄化合物も数種あったにもかかわらず、色素生成のきわめておそいものもあったことから、硫黄化合物中、ヒイロタケ色素生成の際、分解され、吸収されやすい無機塩と、吸収されにくい無機塩が、pH, 濃度, 温度, その他の条件によって存在するものとも考えられる。マグネシウムイオンもまた、 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ の例から見ても色素生成が良好で、 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ と共に、促進因子となっていると思われる。

また可溶性のバリウムは生体に対する薬理作用⁴⁾がきわめて強く、人体に有害であるが、本実験で、 $BaCl_2$ 区が菌糸の発育及び色素の生成が良好であったことは興味深い。

微生物培養の際、通常用いられる無機塩の KH_2PO_4 , K_2HPO_4 , Na_2SO_3 , $NaCl$, $CaCO_3$; KCl ,

CaCl₂等は、本実験に於ても、ヒイロタケの菌糸発育及び色素生成に対し、KH₂PO₄、Na₂SO₃、CaCO₃は促進物質として、他はさほど影響を与へさない物質であった。

元素の周期律表との関連では、ほ乳動物の体を構成している主要な元素は、周期律表の最初の20番以内にすべて含まれていると、SCHROEDER⁵⁾は報告しているが、植物については明らかでない。ただ本実験の場合も、Table 2 に示した成長を促進する無機塩については、BaCl₂を除き、他はすべて、20番のカルシウムを最高に、これ以内の番号範囲に入っており、逆に Table 4 の生成阻害無機塩は、25番のマンガン、26番の鉄、30番の亜鉛の様に周期律表の21番以上のものも多く存在している。

無機塩の培地への添加量についても問題で、前報²⁾での無機塩添加の実験から、最も適当と思われる培地に対して、0.1%添加で検討を行ったが、すべての無機塩が本濃度で最適とは考えられない。そして微量必須成分について、微量で成長を促進しても、多量では、菌糸発育、色素生成を阻害する現象は、よく見られることから、さらに綿密な検討が必要であろう。

V 要 約

1. ヒイロタケ色素の生成について、混合培地に種々の無機塩を0.1%添加し、その影響について検討した。
2. 40種類の無機塩の添加区について検討の結果、11区が無機塩無添加の標準区より菌糸発育および色素生成を促進し、9区が余り影響を示さず、20区が阻害を示した。
3. 硫黄を含む、MgSO₄・7H₂O、K₂SO₄、Na₂SO₃の3添加区が特に色素生成を促進した。
4. 鉄イオン、亜鉛イオンを含む無機塩の添加は色素生成を阻害し、マグネシウムイオンは色素の生成を促進した。
5. 色素生成の為に、順調な菌糸発育は必要条件であるが、ある種の無機塩添加は、菌糸の十分な発育があっても色素の生成を阻害する結果を示したことから、菌糸発育と色素生成に必要な元素は、種類、濃度が異なると思われる。
6. 元素の周期律表との関連⁵⁾では、菌糸発育及び色素生成を促進した無機イオンは、BaCl₂の例外はあるが、すべて、原子番号20番以内に存在した。

VI 文 献

- 1) BOSE, S, R : *Nature*, **158**, 292~296, (1946)
- 2) 寺下隆夫, 河野又四 : ヒイロタケ色素について (第二報), 日本菌学会誌に投稿中
- 3) 森田桂 : 化学の領域, 増刊, 86号, P. 290, 南江堂 (1968)

-
- 4) 島本暉郎他：薬理学, P. 577, 医学書院 (1964)
 - 5) H.A. Schroeder : *J.chron. Dis.* 18, 217 (1965)