group に比しやや複雑のものがある。穀類, 植物種子に広く分布する。代表種は *Ps. lacunogenes*.

要 約

内外の菌株保存機関の保存菌株を再同定し, また著者らが新たに種々の分離源より分離・同定した *Pseudomonas* 28 種, 202 株についてその形態的, 培養的, 生理的諸性質を検討し, 本属の分類学的研究を試みた。その結果, *Pseudomonas* は色素生成性とそれに相関性を有する生理的・生態的諸性質のあることから Fluorescent group, Achromogenic group, Chromogenic group に3大別することが合理的であると結論した。

本研究を行うにあたり種々実験に御協力いただいた当研究室の諸氏, 特に内野忠治・杉山忠爾の両氏に感謝する。

(1) W. Migula : <i>Abt. Bakt. Inst. Karlsruhe</i> , 1, 237 (1897) [W. Migula : "System der Bakterien", II, 1900, p.875 及び Judicial Commission Opinion No. 5, <i>Intern. Bull. Bact. Nomen. Taxon.</i> , 2, 121 (1952) より引用].	p.32 (1961).
(2) J.H. Wright : <i>Memo. Natl. Acad. Sci.</i> , I, 422 (1895).	(9) W. Migula : "System der Bakterien", II, 1900, p.875 (Jena).
(3) E. O. Jordan : <i>J. Hyg.</i> , 3, 1 (1903).	(10) R. S. Breed et al. : "Bergey's Manual of Determinative Bacteriology", 7 ed., 1957 (Williams & Wilkins).
(4) F. Fuhrman : <i>Z. Bakt.</i> , II, 16, 309 (1906).	(11) N. A. Krassilnikov : "Diagnostik der Bakterien und Actinomyceten", 1959 (Jena).
(5) H. A. Edson, C. W. Carpenter : <i>Vermont Agri. Expt. Sta. Bull.</i> , 167, 521 (1912) [文献6より引用].	(12) 飯塚 廣, 駒形和男 : 本誌, 34, 27 (1960).
(6) N. A. Seleen, C. N. Stark : <i>J. Bact.</i> , 46, 491 (1943).	(13) 飯塚 廣, 内藤 敦 : 本誌, 34, 469 (1960).
(7) 飯塚 廣 : 本誌, 31, 454 (1957); 32, 496 (1958).	(14) 駒形和男 : 本誌, 35, 891 (1961).
(8) 飯塚 廣, 駒形和男 : 土と微生物, No. 2,	(15) 飯塚 廣 : 東京大学応用微生物シンポジウム第2集, p.223, 250 (1961).
	(16) M. J. Pelczar : "Manual of Microbiological Method", 1957 (Mc Graw Hill).
	(17) 伝研学友会 : 細菌学実習提要, 丸善 (1955).
	(18) A. J. Kluyver : <i>J. Bact.</i> , 72, 406 (1956).

[農化 第36巻, 第8号, p.668~674, 1962]

Pseudomonas 属の分類と炭素代謝*

飯塚 廣, 駒形和男** (東京大学応用微生物研究所)

昭和36年12月20日受理

緒 言

前報⁽¹⁾において著者らは *Pseudomonas* 属 28 種 202 株について研究し, 本属を分類学上 Fluorescent group, Achromogenic group 及び Chromogenic group の3群に大別することが妥当であると提唱した。元来 *Pseudomonas* は有機物を酸化的に分解する能力の高い細菌として知られ, 1939 年 Pervozwanskii⁽²⁾ が本属による糖の酸化を報告して以来, この方面の生化学・酸酵化学的研究は多数なされ, さらに糖類のみならず他の有機化合物, たとえば芳香族化合物を酸化的に代謝することも知られている^(3,4)。この酸化能の高いことは分類上の性質としてもとりあげられ, Haynes⁽⁵⁾ は *Ps. aeruginosa* の分類上の性質の一つとしてグルコン酸から 2-ケトグルコン酸の生成をあげ, この性質は Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (7 ed)⁽⁶⁾ にも引用されている。また Stanier⁽⁷⁾ はアルコールを酸化する *Pseudomonas* と *Acetobacter* との関係を論じているが, 池田^(8,9) は古くから酸化性細菌として知られている *Acetobacter* と *Pseudomonas* を比較研究し, 主として生理学・生化学の

* Taxonomy of Genus *Pseudomonas* and Metabolism of Carbon Compounds.

By Hiroshi IIZUKA and Kazuo KOMAGATA (The Institute of Applied Microbiology, University of Tokyo)

** 現在, 味の素株式会社中央研究所 (Central Research Laboratory, Ajinomoto Co., Inc.)

面から *Pseudomonas* を仮性酸化性菌 (Pseudo-oxidative bacteria) と呼称した。

一方酸化性細菌を得る目的でなく乳製品⁽¹⁰⁾, 河水, 石油油層水⁽¹¹⁾, 穀類⁽¹²⁾などの生態学的研究の際に分離された *Pseudomonas* のなかには酸化能の微弱な菌株も存在することが報告されている。この相違は分離源, 分離条件あるいは実験方法の差に基づくと考えられる。

そこで著者らは *Pseudomonas* のこの酸化性の指標と考えられている糖より酸の生成, 有機物の資化性について検討し, これが本属の分類上どの程度の重要性を示すかを明らかにすべく本研究を行った。また著者らの提唱した本属の 3 群別と炭素代謝との関係をも比較検討した。

実 験

【I】 供試菌株 供試菌株は前報⁽¹⁾で述べた東大応用微生物研究所の保存菌株, 及び著者らが分離・同定した 28 種 202 株である。

【II】 実験方法

(a) 糖の好氣的分解: 常法による「糖の醗酵試験」といわれるものである。ペプトンを含む有機培地 (ペプトン 3.0 g, NaCl 2.5 g, 糖 10 g, 蒸溜水 1,000 ml) と無機合成培地 [(NH₄)₂HPO₄ 1.0 g, KCl 0.2 g, MgSO₄ 0.2 g, 糖 10.0 g, 蒸溜水 1,000 ml] をいずれも pH 7.2 に調節後 B.C.P. を指示薬として加え, Durham tube をいれ殺菌する。肉汁寒天斜面培養よりの菌体を接種後 30° で培養し, 2, 4, 7 日にわたり酸・ガスの生成, 発育を観察する。無機培地では糖の資化性を観察する。グリセリン, キシロース, グルコース, シュークロース, ラクトース, 可溶性澱粉の 6 種について試験した。

(b) 糖の嫌氣的分解: 寒天濃度の低い半流動培地に穿刺培養し, 流動パラフィンで重層する Hugh and Leifson⁽¹³⁾ の方法に従った。またこの際流動パラフィンを重層しないもので糖の好氣的分解も観察した。使用した糖はグルコースとラクトースである。

(c) グルコン酸の酸化: Haynes⁽⁵⁾ 及び Gaby and Free⁽¹⁴⁾ の方法によったが若干改変した。2% グルコン酸カリを含む M/15 の磷酸緩衝液 2 ml を試験管に入れ, 18~20 時間肉汁寒天に斜面培養した菌体を濃厚懸濁液になるように加え, 1 昼夜 30° で保温し, その後フェーリング液などで還元力を定性的に検査する。

(d) Cytochrome oxidase 試験: *p*-Amino-dimethylanilin oxalate を使う Gaby and Hadley⁽¹⁵⁾ の方法によった。

(e) アセチル・メチル・カルビノールの生成: 常法⁽¹⁶⁾によったが培地としては Smith⁽¹⁷⁾ が *Bacillus* の分類に用いたものを併用した。

(f) 炭素化合物の資化性: NH₄NO₃ を唯一の窒素源とする合成培地 (NH₄NO₃ 1.0 g, K₂HPO₄ 1.0 g, MgSO₄ 0.5 g, 蒸溜水 1,000 ml, pH 7.2) に糖類・有機酸などは 1%, 芳香族化合物は 0.2% (フェノールは 0.05%) の濃度になるように加え, 30° で 7 日間培養し, 濁度, 皮膜の生成などを観察し, 発育程度を判定した。接種した菌体により培地がわずかに濁り, 判定困難な場合はさらにこれを接種源として新しい同一培地に接種・培養して発育を判定した。使用した化合物はグルコース, グルコン酸, 2-ケトグルコン酸, 5-ケトグルコン酸, クエン酸, コハク酸, エタノール, フェノール, 安息香酸, サリチル酸, *m*-オキシ安息香酸, *p*-オキシ安息香酸, プロトカテキン酸, ゲンチジン酸, アントラニル酸, *p*-アミノ安息香酸の 16 種である。

結 果

実験結果を第 1, 2, 3 表に示す。

(a) 糖の好氣的分解: ペプトン含有培地において糖類より酸を生成するものは Fluorescent group と Chromogenic group の一部のみで, Achromogenic group のものはほとんど酸を生成しない。一般に合成培地に発育するものは有機培地より合成培地の方が酸の生成はよい。Achromogenic group の *Ps. stutzeri*, *Ps. rathonis* などは合成培地に発育するが酸は生成しない。ラクトースより酸を生成したのは Chromogenic group の *Ps. perlurida*, *Ps. trifolii* の 2 種のみである。またいずれの菌株も糖よりガスは生成しない。

(b) 糖の嫌氣的分解: 供試菌株のうちグルコース, またはラクトースより嫌氣的に酸を生成したのは Chromogenic group の *Ps. perlurida* 及び *Ps. trifolii* の 2 種のみであった。なお本方法は半流動性培地であり, 生成した酸が液体培地の如く容易に拡散せず, またペプトン量が少ないため生成した酸がペプトンの緩衝作用により中和されることもない。したがって本方法による糖の好氣的な分解検査は常法より鋭敏である。しかし Achro-

第1表 糖 の 分 解

	ペプトン 培地						合 成 培 地					
	グリ セリ ン	キシ ロー ズ	グル コー ス	シュ クロ ス	ラク トー ス	可溶 性澱 粉	グリ セリ ン	キシ ロー ス	グル コー ス	シュ クロ ス	ラク トー ス	可溶 性澱 粉
Fluorescent group												
<i>Ps. aeruginosa</i>	—	v	v	—	—	—	(+)	(v)	(+)	0	0	0
<i>Ps. azotoformans</i>	—	—	v	—	—	—	(+)	(v)	(+)	(—)	0	0
<i>Ps. chlororaphis</i>	—	—	—	—	—	—	(+)	(—)	(+)	(+)	0	0
<i>Ps. pavonacea</i>	—	+	+	—	—	—	(+)	(+)	(+)	(—)	(—)	0
<i>Ps. schuylkilliensis</i>	—	v	v	—	—	—	(+)	(v)	(+)	(v)	(—)	0
<i>Ps. aureofaciens</i>	—	—	—	—	—	—	(+)	0	(+)	0	0	0
<i>Ps. cinnamona</i>	—	+	+	+	—	—	(+)	(+)	(+)	(+)	(—)	0
<i>Ps. straminea</i>	—	—	—	—	—	—	(—)	(—)	(+)	0	0	0
<i>Ps. nitroreducens</i>	—	—	—	—	—	—	(+)	(v)	(+)	(v)	0	0
<i>Ps. ovalis</i>	—	v	v	—	—	—	(v)	(v)	(+)	(—)	(—)	0
<i>Ps. rugosa</i>	—	+	+	—	—	—	(+)	(v)	(+)	(—)	0	0
<i>Ps. fulva</i>	—	—	v	—	—	—	(—)	(—)	(+)	(—)	0	0
Achromogenic group												
<i>Ps. putrefaciens</i>	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0
<i>Ps. alcaligenes</i>	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0
<i>Ps. stutzeri</i>	—	—	—	—	—	—	(—)	(—)	(—)	—	—	—
<i>Ps. rathonis</i>	—	—	—	—	—	—	(—)	(—)	(—)	—	—	—
<i>Ps. denitrificans</i>	—	—	—	—	—	—	0	(—)	(v)	0	0	0
<i>Ps. desmolytica</i>	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0
<i>Ps. dacunhae</i>	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0
<i>Ps. riboflavina</i>	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0
<i>Ps. iners</i>	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0
<i>Ps. diminuta</i>	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0
Chromogenic group												
<i>Ps. perlurida</i>	+	+	+	+	+	—	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(—)
<i>Ps. trifolii</i>	—	+	+	+	—	—	(+)	(+)	(+)	(+)	(v)	(—)
<i>Ps. cerealis</i>	—	—	—	—	—	—	(—)	0	0	0	0	0
<i>Ps. melanogenum</i>	—	—	—	—	—	—	(—)	(v)	(v)	(v)	(—)	(—)
<i>Ps. lacunogenes</i>	—	+	+	—	—	—	(+)	(+)	(+)	(v)	(—)	0
<i>Ps. ochracea</i>	—	+	+	—	—	—	(+)	(+)	(+)	(—)	(—)	0

+ 酸を生成する — 酸を生成しない V 酸の生成は菌株により異なる (+) 発育し, 酸を生成する
 (—) 発育するが酸は生成しない (V) 発育及び酸生成は菌株で異なる 0 発育しない

mogenic group の *Ps. alcaligenes*, *Ps. desmolytica*, *Ps. iners* などはこの方法によってもグルコース, ラクトースのいずれからも酸を生成しなかった。

(c) グルコン酸の酸化: グルコン酸より 2-ケトグルコン酸と考えられる還元性物質の生成は Fluorescent group に強く見られ, 他の group では微弱である。また最も強いものは Fluorescent group の *Ps. aeruginosa*, *Ps. schuylkilliensis*, *Ps. ovalis* の3種にほとんど限られている。

(d) Cytochrome oxidase 試験: Gaby and Hadley⁽¹⁵⁾ は cytochrome oxidase は *Pseudomonas* に特異的に強く現われると報告している。しかし一般に Fluorescent group は強いが, 他の group は極めて微弱であるから, Gaby 等の如くこの性質は属全体の性質とは考えられない。最も強い反応を示したものは *Ps. aeruginosa*, *Ps. schuylkilliensis* などである。

(e) アセチル・メチル・カルビノールの生成: 供試菌株のなかでアセチル・メチル・カルビノールを生成したものは Chromogenic group の *Ps. perlurida* と *Ps. trifolii* の2種のみである。

(f) 炭素化合物の資化性: *Pseudomonas* は一般に有機化合物を広く資化することが知られている。しかしこの性質は Fluorescent group に認められることで, Achromogenic group, Chromogenic group に属するものはこの性質は弱い。なかでも Achromogenic group に属するものは特に弱い。グルコース・有機酸類は Fluorescent group により 5-ケトグルコン酸を除いて良く資化される。Achromogenic group のなかにはグルコース, グルコン酸を資化するもの少なく, また 2-ケトグルコン酸を資化するものはない。Chromogenic group のものはこの中間的性質を示している。また芳香族化合物は Fluorescent group により良く資化され, *p*-オキ

第2表 生理的性質

	糖の分解 Hugh and Leifson 法				グルコ ン酸の 酸化	アセチ ル・メ チル・ カルビ ノール	チトロ ム・オ キシ ダーゼ
	グルコース		ラクトース				
	O	C	O	C			
Fluorescent group							
<i>Ps. aeruginosa</i>	+	—	—	—	卅	—	卅
<i>Ps. azotoformans</i>	+	—	—	—	±	—	卅
<i>Ps. chlororaphis</i>	+	—	—	—	卅	—	+
<i>Ps. pavonacea</i>	+	—	—	—	卅	—	±
<i>Ps. schuylkilliensis</i>	+	—	—	—	卅	—	卅
<i>Ps. aureofaciens</i>	+	—	—	—	卅	—	卅
<i>Ps. cinnamona</i>	+	—	—	—	±	—	±
<i>Ps. straminea</i>	+	—	—	—	卅	—	+
<i>Ps. nitroreducens</i>	+	—	—	—	+	—	卅
<i>Ps. ovalis</i>	+	—	—	—	卅	—	±
<i>Ps. rugosa</i>	+	—	—	—	卅	—	±
<i>Ps. fulva</i>	+	—	—	—	+	—	±
Achromogenic group							
<i>Ps. putrefaciens</i>	±	—	—	—	—	—	—
<i>Ps. alcaligenes</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ps. stutzeri</i>	+	—	—	—	—	—	±
<i>Ps. rathonis</i>	+	—	—	—	—	—	卅
<i>Ps. denitrificans</i>	+	—	—	—	—	—	+
<i>Ps. desmolytica</i>	—	—	—	—	—	—	±
<i>Ps. dacunhae</i>	—	—	—	—	—	—	+
<i>Ps. riboflavina</i>	+	—	—	—	—	—	—
<i>Ps. iners</i>	—	—	—	—	—	—	+
<i>Ps. diminuta</i>	—	—	—	—	—	—	+
Chromogenic group							
<i>Ps. perlurida</i>	+	+	+	+	+	+	±
<i>Ps. trifolii</i>	+	+	+	+	+	+	±
<i>Ps. cerealis</i>	+	—	—	—	—	—	±
<i>Ps. melanogenum</i>	±	—	—	—	—	—	±
<i>Ps. lacunogenes</i>	+	—	—	—	卅	—	±
<i>Ps. ochracea</i>	+	—	—	—	+	—	±
O 好氣的分解	C 嫌氣的分解			+ 2-ケトグルコン酸と考えられる還元性物質の生成			

O 好氣的分解 C 嫌氣的分解 + 2-ケトグルコン酸と考えられる還元性物質の生成

トグルコン酸の系が存在していることを推定させる。また糖の嫌氣的代謝の指標であるアセチル・メチル・カルゼノールを生成するものなく、cytochrome oxidase の活性の強いこともこの group が好氣的で酸化能が高いことを示している。事実従来グルコン酸、2-ケトグルコン酸の生酸菌として知られているものはすべてこの group に属し、ほとんどが *Ps. aeruginosa*, *Ps. schuylkilliensis*, *Ps. ovalis* の3種であった。しかしこの group または前述の3種に属する *Pseudomonas* でもグルコースからの酸生成の強弱・遅速は菌株により異なるので、当然のことながら、すべて工業上の有用菌であるわけではない。

Achromogenic group はこの Fluorescent group とは異なり、糖より酸の生成は微弱であって、Hugh and Leifson⁽¹³⁾の方法によってもわずかにその生成を認める程度である。また *Ps. alcaligenes*, *Ps. desmolytica*, *Ps. iners* 等いずれの方法によっても酸を生成しない。また資化性は一般に悪く、グルコン酸を資化しても、グルコースを資化しない菌株もあり、2-ケトグルコン酸はいずれの菌株も資化しない。これらに比較すればコハク酸は比較的良く資化される。またグルコン酸より 2-ケトグルコン酸と考えられる還元性物質を生成した菌株が全くないのもこの group の特徴である。*Ps. saccharophila* は *Pseudomonas* の糖代謝で Entner-Doudoroff⁽³⁰⁾の系の発見の端緒となった菌種であるが、その研究に用いられた *Ps. saccharophila* ATCC 9114 を著者らが再同定した結果本菌は *Ps. stutzeri* と同じであった。したがって *Ps. stutzeri* の属する Achromogenic group の *Pseudomonas* は Entner-Doudoroff の系、あるいは Stern 等⁽¹⁹⁾が指している hexose monophosphate shunt が働いている可能性が資化性等の点から考えられる。

Chromogenic group は種々性質の異なる菌株が存在しているが、最も特徴的なものは *Ps. perlurida* と *Ps. trifolii* である。Fluorescent group でも Achromogenic group のものでも無酸素状態では発育しないが、この阿

シ安息香酸、プロトカテキン酸が最も良く資化される。Achromogenic group では芳香族化合物を資化するものが少ないが、*Ps. desmolytica*, *Ps. dacunhae* は *Pseudomonas* により比較的資化され難い *m*-オキシ安息香酸を資化する。Chromogenic group では芳香族化合物を資化するものが比較的限られている。

考 察

(1) グルコース及び関連する有機酸の代謝 *Pseudomonas* の糖代謝に関しては Wood の綜説⁽¹⁸⁾, Stern, Wang and Gilmour⁽¹⁹⁾ の研究、その他多数の報告がある。Fluorescent group に属する *Pseudomonas* はいずれも好氣的にグルコースより酸を生成し、グルコン酸、2-ケトグルコン酸、その他の有機酸を資化し、グルコン酸より 2-ケトグルコン酸と思われる還元性物質を生成する。このことは *Ps. aeruginosa*, *Ps. fluorescens* などで認められているグルコース→グルコン酸→2-ケ

第3表 炭素化合物の資化性

	グルコース	グルコン酸	2-ケ グルコン酸	5-ケ グルコン酸	ク エン 酸	コ ハ ク 酸	エ タ ノ ール	フ エ ノ ール	安息香酸	サリチル酸	m-オキシ 安息香酸	p-オキシ 安息香酸	プロ カテ キン酸	ゲンチ ジン酸	アント ニル酸	p-アミ ノ安息香酸
Fluorescent group																
<i>Ps. aeruginosa</i>	+	+	+	—	+	+	+	—	+	—	—	+	+	+	+	—
<i>Ps. azotoformans</i>	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	—	+	+	+	+	—
<i>Ps. chlororaphis</i>	+	+	+	—	+	+	—	—	+	—	—	+	+	+	+	—
<i>Ps. pannonica</i>	+	+	+	—	+	+	+	—	+	—	—	+	+	—	+	—
<i>Ps. schuylkilliensis</i>	+	+	+	—	+	+	+	—	+	—	—	+	+	+	+	—
<i>Ps. aureofaciens</i>	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	—	+	+	—	+	—
<i>Ps. cinnamona</i>	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	—	+	+	—	—	—
<i>Ps. straminea</i>	+	+	—	—	+	+	+	—	+	+	—	+	+	—	—	—
<i>Ps. nitroreducens</i>	+	+	+	—	+	+	+	—	+	—	—	+	+	+	+	—
<i>Ps. ovalis</i>	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
<i>Ps. rugosa</i>	+	+	+	—	+	+	+	—	+	—	—	+	+	—	+	—
<i>Ps. fulva</i>	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	—	+	+	—	—	—
Achromogenic group																
<i>Ps. putrefaciens</i>	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ps. alcaligenes</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ps. stutzeri</i>	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ps. rathonis</i>	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ps. denitrificans</i>	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ps. desmolytica</i>	+	+	—	—	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	—
<i>Ps. dacunhae</i>	—	+	—	—	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	+	—
<i>Ps. riboflavina</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ps. iners</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ps. diminuta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chromogenic group																
<i>ps. perlurida</i>	+	+	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
<i>Ps. trifolii</i>	—	+	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ps. cerealis</i>	+	+	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ps. melanogenum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ps. lacunogenes</i>	+	+	+	—	+	+	+	—	—	+	—	+	+	—	+	—
<i>Ps. ochracea</i>	+	+	—	—	+	+	+	—	+	+	—	+	+	—	—	—

+ 資化する - 資化しない V 資化性は菌株により異なる

菌種は糖を嫌氣的に分解するのみならず、アセチル・メチル・カルピノールを生成し、他の *Pseudomonas* では見られないラクトースより酸を生成するなど、一見 *Enterobacteriaceae* に属するような性質を示している。しかしガスを生成しないことは *Enterobacteriaceae* との大きな相違である。一方同じ Chromogenic group に属する *Ps. lacunogenes* は還元性も広く、グルコン酸より 2-ケトグルコン酸と思われる還元性物質を生成する。このように Chromogenic group は炭素代謝からみて heterogenous な group と考えられる。

(2) 芳香族化合物の代謝 *Pseudomonas* に属する個々の菌株の芳香族化合物の代謝に関する研究は近年多数報告されているが、分類との関係について述べたものは少ない。著者らは芳香族化合物を単純なベンゼン核に限り、その異性体の資化・分解が *Pseudomonas* 属の分類とどのような関係があるかを観察した。その結果 Fluorescent group の菌株はすべて *p*-オキシ安息香酸及びプロトカテキン酸を資化したが、安息香酸、サリチル酸、ゲンチジン酸、アントラニル酸は菌種により菌株により異なっていた。また *p*-アミノ安息香酸を資化した菌株はなかった。

これに反し Achromogenic group の菌株は芳香族化合物を資化するもの少なく、わずかに *Ps. desmolytica* と *Ps. dacunhae* があるのみである。この2菌種のほとんどの菌株は Fluorescent group の菌株が資化し難いと考えられる *m*-オキシ安息香酸を資化することは興味深いことである。かつて著者らの一人(駒形)⁽²¹⁾は *Pseudomonas* による *m*-オキシ安息香酸の代謝系路に2種類あることを報告した。すなわち *Ps. ovalis* は *m*-オキシ安息香酸をゲンチジン酸をへて核開裂し、*Ps. dacunhae* はプロトカテキン酸をへて分解する。この *Ps. ovalis* は前報⁽¹⁾で著者らが提唱した Fluorescent group に、*Ps. dacunhae* は Achromogenic group に属している。

このことからこの 2 つの group は芳香族化合物に対する態度が異なると推定できる。

Chromogenic group では *Ps. lacunogenes* と *Ps. ochracea* のみが *p*-オキシ安息香酸を資化する。

(3) **Pseudomonas 属の 3 群別と炭素代謝** 以上 *Pseudomonas* の糖代謝の様式や芳香族化合物の資化性について考察した。すでに述べた如く *Pseudomonas* の炭素代謝は菌種によりまた菌株により多少の差はあっても、すでに報告した *Pseudomonas* の 3 群と相関関係が認められる。すなわちそれを整理すると次の如く記載することができる。

Fluorescent group : 好気性で酸化的代謝を営む。グルコースより酸を生成するが、ラクトースより酸を生成するものはない。グルコース、グルコン酸、2-ケトグルコン酸、コハク酸等糖の代謝に関係する化合物を広く資化する。*p*-オキシ安息香酸などの芳香族化合物を資化する。グルコン酸より 2-ケトグルコン酸と考えられる還元性物質を著量蓄積するものがある。アセチル・メチル・カルビノールを生成するものはない。cytochrome oxidase 活性の高いものがある。酸化性は 3 つの group のなかで最も強い。グルコン酸、2-ケトグルコン酸の生産菌は多くこの group に含まれる。

Achromogenic group : 好気性。糖より酸の生成は極めて微弱で Hugh and Leifson の方法によってもわずかに認める程度である。ラクトースより酸を生成するものはない。嫌氣的に糖を分解しない。グルコース、グルコン酸、コハク酸などの糖代謝に関係する化合物を資化するものは少ない。2-ケトグルコン酸を資化するものはない。芳香族化合物は比較的限られた菌種のみ資化する。グルコン酸より 2-ケトグルコン酸と思われる還元性物質を生成するものはない。アセチル・メチル・カルビノールを生成するものはない。cytochrome oxidase 活性は微弱かあるいはない。酸化能は弱い。

Chromogenic group : 好気性。グルコースより好氣的に酸を生成するが、嫌氣的にも生成するものがある (*Ps. perlurida*, *Ps. trifolii*)。ラクトースより酸を生成するものがある (*Ps. perlurida*, *Ps. trifolii*)。資化性は菌種により異なるが Fluorescent group と Achromogenic group との中間程度である。グルコン酸より 2-ケトグルコン酸と思われる還元性物質を大量蓄積するものはない。アセチル・メチル・カルビノールを生成するものがある (*Ps. perlurida*, *Ps. trifolii*)。cytochrome oxidase 活性は低い。酸化能は Fluorescent group と Achromogenic group との中間程度。

(4) **酸化性細菌としての Pseudomonas** Haynes⁽⁶⁾, Gaby 等⁽¹⁴⁾は標準種としての *Ps. aeruginosa* あるいは臨床上の diagnosis のために *Ps. aeruginosa* を詳しく検討し、前述の如き酸化特性を認めた。しかし他の菌種に対する考慮が少なかったため *Pseudomonas* 属全体がこのような酸化的特性を示すものとして取扱っている。また従来酸化性細菌を得る目的で特定の菌株を分離し、それを同定した結果、すべて *Pseudomonas* に属していても、逆に *Pseudomonas* 属がすべて酸化能が強いと判定することは分類学上無理である。一般に *Pseudomonas* が好氣的で酸化的代謝を営むという広い解釈は成り立つが、研究史的には酸化醗酵に端を発し、高酸化能を示すことが特徴とされていた部分の *Pseudomonas* はこれらの活性の差、糖代謝の主要な経路の点からその範疇を著者らのいう Fluorescent group に限るべきであろう。すなわちある特定の性質のみを目的として分離された菌株が、きまった属または種に属していても、スクリーニングという過程が入っているので、それをその属または種の全菌株に共通の性質とすることは危険である。しかしスクリーニングは有用菌を検索するには極めて必要なことはもちろんである。したがってある性質を分類学的見地から取りあげるには、種々の分離源から色々の条件、方法により分離した量的にも質的にもなるべく多数の菌株について検討した上でなければ判定しがたい。

要 約

再同定した保存菌株及び種々の分離源から新たに分離・同定した *Pseudomonas* 28 種、202 株について、糖よりの酸の生成・糖の嫌氣的分解、炭素化合物の資化性などについて検討した。その結果糖の分解様式、炭素化合物の資化性は著者らがさきに提唱した *Pseudomonas* の分類上の 3 群別、すなわち Fluorescent group, Achromogenic group 及び Chromogenic group によってそれぞれ異なることが明かとなり、この点も *Pseudomonas* を 3 大別する根拠となりうることに付いて述べた。

従来酸化性細菌として知られていた *Pseudomonas* は特に Fluorescent group の *Ps. aeruginosa*, *Ps. ovalis* 及び *Ps. schuylkilliensis* に属することを明らかにした。

本研究を行うに当り 2-ケトグルコン酸及び 5-ケトグルコン酸の貴重な試料を御分与くださった室岡治義博士に謝意を表し, また実験に御協力いただいた当研究室の諸氏, とくに内野忠治, 杉山忠爾の両氏に感謝する。

なお本研究の一部は 1959 年 11 月, 日本農芸化学会関東支部第 1 回大会 (宇都宮) で報告した。

(1) 飯塚 廣, 駒形和男 : 本誌, 36 , 663 (1962).	(12) 飯塚 廣, 駒形和男, 内野忠治 : 農化関東支部第 190 回講演会 (1959 年 5 月).
(2) V. Pervozwanskii : <i>Microbiology</i> (U. S. S. R.), 8 , 149 (1939). [<i>Chem. Abst.</i> , 34 , 7321 (1940) より引用]	(13) R. Hugh, E. Leifson : <i>J. Bact.</i> , 66 , 24 (1953).
(3) R. Y. Stanier : <i>J. Bact.</i> , 54 , 339 (1947).	(14) W. L. Gaby, E. Free : <i>ibid.</i> , 76 , 442 (1958).
(4) 有馬 啓, 駒形和男, 杉山晋一, 風間政治 : 本誌, 28 , 635 (1954).	(15) W. L. Gaby, C. Hadley : <i>ibid.</i> , 74 , 356 (1957).
(5) W. C. Haynes : <i>J. gen. Microbiol.</i> , 5 , 939 (1951).	(16) M. J. Pelczar : "Manual of Microbiological Methods", 1957 (MacGraw Hill).
(6) R. S. Breed et al. : "Bergey's Manual of Intermittent Bacteriology", 7 ed, 1957 (Williams & Wilkins Co.).	(17) N. R. Smith, R. E. Gordon, F. E. Clark : "Aerobic Spore Forming Bacteria", 1952 (U. S. D. A.).
(7) R. Y. Stanier : <i>J. Bact.</i> , 54 , 191 (1947).	(18) W. A. Wood : <i>Bact. Rev.</i> , 19 , 224 (1955).
(8) 池田庸之助 : 本誌, 24 , 51 (1950).	(19) I. J. Stern, C. H. Wang, C. M. Gilmour : <i>J. Bact.</i> , 79 , 601 (1960).
(9) 池田庸之助 : 本誌, 24 , 151 (1951).	(20) N. Entner, M. Doudoroff : <i>J. Biol. Chem.</i> , 196 , 853 (1952).
(10) N. A. Seleen, C. N. Stark : <i>J. Bact.</i> , 46 , 491 (1943).	(21) 有馬 啓, 駒形和男, 養田成彦 : 本誌, 28 , 629 (1954).
(11) 飯塚 廣, 駒形和男 : 農化関東支部第 190 回講演会 (1959 年 1 月).	

〔農化 第 36 卷, 第 8 号, p. 674~679, 1962〕

酒 類 に 対 す る γ 線 照 射 効 果 (第 1 報)*

可視部, 紫外部吸収ならびに香味の変化

飯田茂次, 岡沢精茂, 並木満夫 (理化学研究所)

松 山 晃 (東京大学農学部農芸化学科)

昭和 36 年 12 月 20 日 受 理

緒 言

筆者らは先に味噌, 醤油に γ 線照射を行ったとき, 香味, 色調に著しい変化の見られることを報告した^(1~3). また寺本, 田口, 吉川等は醤油, 清酒の照射臭発生^(4~7)について研究を行い, 多くの知見を得ている. しかし, ビールに関するほか⁽¹⁰⁾ γ 線照射による酒類の香味変化に関しては知られていない. 同様に酒類の可視部および紫外部吸収に対する照射の影響についても, 吉川, 田口等^(8,9) が清酒および合成清酒について研究した以外に知見がない.

そこで筆者等は各種酒類に γ 線照射を行い, 可視部および紫外部吸収の変化を明かにすると共に, 比較的低線量の照射により香味にいかなる変化が見られるかを検討し, 興味ある結果を得たので報告する.

実 験 方 法

1. 試料 以下に記す試料を各試料につき数点ずつ用いた.

清酒 : 新酒および古酒のそれぞれ原酒および市販瓶詰品.

* Effects of γ -Irradiation on Alcoholic Beverages. Part I. Changes in Absorption Spectra and Organoleptical Qualities.

By Shigeji IIDA, Yoshishige OKAZAWA, Mitsuo NAMIKI (The Institute of Physical and Chemical Research, Bunkyo-ku, Tokyo) and Akira MATSUYAMA (Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, University of Tokyo)