

微生物工業

朝井勇宣

編集

---

---

# 微生物工業

朝井勇宣  
編集

---

---



朝倉書店

微生物工業

定価2800円

昭和31年6月30日 初版発行



編者 朝井勇宣

発行者 朝倉鏡造  
東京都千代田区神田錦町 1-10

印刷者 林清市  
東京都中央区京橋 3-2

発行所

株式  
会社

朝倉書店

東京都千代田区神田錦町 1-10  
電話 東京二九局(29) 1952-5  
振替口座 東京 8673番

© 1956

中央印刷・渡辺製本

## 序

自然醸酵によつて果実から酒を醸したり、麦でパンをつくつたり、酒から酢をつくつたりすることは、太古から行われていた微生物利用の大きな仕事であつた。しかしその長い歴史は19世紀の半ば頃まで、経験という人為的操作によつてつながれ、科学のメスはその深遠な謎の実体を衝くには到らなかつた。

微生物学それ自体にしても、本世紀にはいつてから確固とした研究の成果—爰にはその進展が見られたのであるから、微生物を利用する方の学問も、その歩みに伴つて歩んできたということが言える。しかしその歩みは近年著しい飛躍を遂げた。飲食品に限られた古い醸造業に止まつていた時代は、化学工業の領域に、アルコール工業として、アセトン・ブタノールなどの溶媒工業として、各種の有機酸工業として範囲を拡げ、さらに近年にはペニシリン、ストレプトマイシンなどの抗生物質工業の地位をも確立したのである。

最早や醸造業、醸酵工業の名称は、その実体の表現に適當でなく、醸酵という概念から遠い微生物菌体の食飼料への利用、各種の酵素剤の抽出、酵素作用を利用した有機合成などを含めて、微生物工業と呼ぶのが妥当と考えられる。

微生物工業の基礎は言うまでもなく微生物学にあるが、その微生物学にしても、自然界から新らしい種や属の発見が絶え間なく行われており、そのうちの有用微生物の発見、新醸酵生産物の生産はもちろん、遺伝学、育種学の発展に伴つての微生物の種の改良は最近の眼新しい研究の対象となつている。これらはすべて微生物工業に取り入れられ、その経済的価値を高めているが、さらに化学工学の領域を取り入れて、醸酵の機械化が行われ、反応速度の短縮、人力の節約、操作の連続化が実現するようになったことも見のがせない事実であらう。

このように種類が醸造、非飲食品醸酵工業、製菓工業など多岐にわたり、学問の基礎が生物学、化学、化学工学と連携を伴つている内容を単に一人や二人の個人を以て、全般を権威あらしめるよう執筆することは不可能のことに属する。本書はその意味から編者が常に尊敬し、信頼しているそれぞれの専門分科の権威者に執筆を依頼し、その快諾によつて、多忙な研究の余暇を割いて、労を尽された結晶の集まりである。内容に酒類、調味食品などの醸造を割愛したのは、別に他意あるわけではなく、編者の単なる意図に基づくだけである。

微生物工業の基礎としての微生物学、酵素学、微生物および酵素研究法、醸酵生産物実験法、化学工学実験法などの知識は、本工業の実態を把握し、その進展の行末を追求するために極めて必要なことであるが、本書にその概念を載せるだけでも膨大な内容となり、到底この一巻の悉くすところではない。また他に信用すべき良書があるから、それによつて十分な知識を得られるであらう。特に“微生物のファージ”を一章としてあげて、近時醸酵汚染の大きな原因と目されている現象を取り上げ、その理論的解明をも試みているのは、醸酵工業と密接な関係を持つゆゑの意図に他ならない。しかし、各種醸酵のメカニズム、アミラーゼ、プロテアーゼなど工業的に重要な酵素の理論解明については、それぞれの章、節にその概念を紹介し、本書が単に製造操作の羅列に止まらないよう、編者は十分の関心を寄せたつもりである。

執筆者のこのような努力と意図が、微生物工業に従事する技術者、大学の学生、研究者に反映され、知識を刺戟し、励みを与え、研究の灯となるよう、心から希うものである。

最後に再び本書に対し執筆の勞を惜しまれなかつた同学の教授、若い研究者の方々に厚い謝意を表して序文を閉じることにして。

1956. 6. 10.

朝井 勇 宣

## 執 筆 者 (執 筆 順)

あさ 朝	い 井	とし 勇	のぶ 宣	東京大学教授 (応用微生物研究所) 農学博士	やま 山	さき 崎	まさ 正	たか 孝	医薬資源研究所 主任研究員	
おお 大	つか 塚	けん 謙	いち 一	山梨大学助教授 (醸造研究所)	あい 相	だ 田	こう 浩	東京大学助教授 (応用微生物研究所)		
お 小	の 野	ひで 英	お 男	工業技術院発酵研究所 第三部長	てる 照	い 井	びょう 堯	ぞう 造	大阪大学教授 (工学部) 工学博士	
た 田	なべ 邊	おさむ 脩	工業技術院発酵研究所 第二部長	お 尾	さき 崎	あさ 浅	いち 一	ろう 郎	三葉酒造株式会社 研究所次長・農学博士	
かつ 勝	め 目	ひで 英	日本醸造機械研究所	さ 佐	さ 々	き 木	ゆう 酉	じ 二	北海道大学教授 (農学部) 農学博士	
うえ 上	だ 田	きよ 清	もと 基	東京大学農学部	きた 北	はら 原	かく 覺	お 雄	東京大学教授 (応用微生物研究所) 農学博士	
しち 七	じ 字	さぶ 三	ろう 郎	工業技術院発酵研究所 第一部長	しゆ 守	ずい 隨	き 稀	せつ 雪	科学研究所研究員	
こ 小	ばやし 林	たつ 達	きち 吉	東京教育大学教授 (農学部)	ふく 福	もと 本	じゆ 壽	いち 一	ろう 郎	大阪市立大学教授 (理工学部) 農学博士
じん 神	た 太	ろう 郎	くわ 高砂工場技師長	おか 岡	さき 崎	ひろし 浩	科学研究所研究員	三共株式会社高砂研究所研究員		
やま 山	だ 田	こう 浩	いち 一	東京大学助教授 (農学部)	ふ 富	きん 金	はら 原	たかし 孝	科学研究所研究員	
たか 高	はし 橋	たけし 健	東京農工大学助教授	やま 山	もと 本	たけ 武	ひこ 彦	大阪市立大学講師 (理工学部)		
きの 木	した 下	しゆく 祝	お 郎	協和醸造株式会社 東京研究所・農学博士	かね 金	こ 子	やす 安	ゆき 之	名古屋大学助教授 (農学部)	
はし 星	の 野	かず 一	お 雄	協和醸造株式会社 東京研究所	さか 酒	い 井	へい 平	いち 一	医薬資源研究所 主任研究員	
ふる 古	さか 坂	ちよう 澄	せき 石	東北大学教授 (農学研究 所)	し 滋	が 賀	たつ 達	じ 二	台糖株式会社 研究部第二課長	
なん 難	は 波	やす 康	の 之	すけ 祐	あ 有	ま 馬	けい 啓	東京大学助教授 (農学 部) 農学博士		
ど 土	い 井	しん 新	じ 次	名古屋大学教授 (農学部)	いし 石	かわ 川	てつ 哲	お 夫	明治製菓株式会社 川崎工場技術員	
ほん 本	こう 江	もと 元	よし 吉	九州大学助教授 (農学部) 農学博士	こ 小	まつ 松	えい 榮	た 太	ろう 郎	三菱化成株式会社 研究所研究員
いた 板	がき 垣	ただ 忠	お 雄	中盤生化学研究所々長	よね 米	はら 原	ひろし 弘	東京大学助教授 (応用 微生物研究所)		
いけ 池	の 田	よう 庸	の 之	すけ 助	かね 金	こ 子	た 太	きち 吉	東京大学応用微生物研 究所	

# 目 次

第1章 総 説	朝井 功 宣	1
第2章 澱粉質原料による酒精の製造		7
第1節 酒精醱酵理論	大塚 謙 一	7
1. 緒 言		7
2. Gay-Lussac の醱酵式の成立まで		7
3. Embden-Meyerhof-Parnas 式の成立まで		8
4. 現在の醱酵機構説 (E.M.P. Schema の確立)		13
5. む す び		22
第2節 アミロ法による酒精の製造	小野 英 男	25
1. アミロ法の歴史的考察		25
2. アミロ法の装置		26
3. アミロ菌とその馬鈴薯培養		31
4. アミロ法の原料		35
5. アミロ法の蒸煮		38
6. アミロ法の糖化と醱酵		44
7. アミロ法醱の二段仕込 (折半法)		52
第3節 麴法による酒精の製造	田 辺 脩	54
1. 概 説		54
2. 製 麴		55
3. 蒸 煮		59
4. 糖 化		59
5. 酒 母		61
6. 醱 酵		61
7. 麴法の糖化醱酵歩合		62
第4節 折衷法による酒精の製造	小野 英 男	63
1. 折衷法の概況		63
2. 折衷法の設備		63
3. 折衷法の酒母及び麴と掛け醱		64
4. 折衷法における麴と酒母のアミラーゼの量的関係について		66
5. 折衷法の醱酵経過と酒精の取得量		75
6. 折衷法の特長		79
第5節 酒精の蒸溜及び無水酒精製造法	勝 目 英	81
1. 酒精蒸溜理論		81
2. 熟成醱の組成		83

3. 単式蒸溜機 .....	83
4. 連続蒸溜装置概説 .....	84
5. 醗 塔 .....	85
6. 凝縮器及びガス分離器 .....	87
7. 精 溜 塔 .....	87
8. フーゼル油分離 .....	88
9. ギョーム式5本塔の運転法 .....	90
10. 加水(または抽出)蒸溜 .....	93
11. 無水酒精製造法概説 .....	95
12. 共沸蒸溜の理論 .....	95
13. 共沸蒸溜による脱水装置 .....	96
14. 蒸溜廃液 .....	98
<b>第3章 糖質原料による酒精の製造</b> .....	99
<b>第1節 糖蜜による酒精の製造</b> .....	上田清基 99
1. 緒 言 .....	99
2. 原料糖蜜 .....	99
3. 回分式醗酵法による酒精の製造 .....	103
4. 醗酵に関する技術的諸問題 .....	105
5. 酒精の収率について .....	107
6. 特殊回分式醗酵法 .....	108
7. 連続醗酵法 .....	109
8. 連続醗酵の理論 .....	113
9. 蒸 溜 .....	119
10. そ の 他 .....	120
<b>第2節 亜硫酸パルプ廃液よりの酒精の製造</b> .....	七字三郎 122
1. 概 説 .....	122
2. 亜硫酸パルプ廃液 .....	126
3. 原料の前処理 .....	130
4. 亜硫酸パルプ廃液の醗酵 .....	132
5. 亜硫酸パルプ廃液の連続醗酵 .....	140
6. 亜硫酸パルプ廃液醗酵後の蒸溜及びその製品アルコール .....	148
7. む す び .....	155
<b>第4章 木材糖化と糖化液の酒精醗酵</b> .....	小林達吉 159
1. 木材資源 .....	159
2. 木材の成分 .....	160
3. 木材糖化の理論 .....	165
4. 木材糖化法 .....	172
5. 木材糖化液の酒精醗酵 .....	189



<b>第5章 グリセリン酸酵</b> .....	田 辺 脩	195
1. 概 説.....		195
2. 酸酵グリセリンの生成理論.....		195
3. 亜硫酸法.....		197
4. アルカリ法.....		201
5. 細菌によるグリセリンの生産.....		202
<b>第6章 パン酵母の製造</b> .....	神 太 郎	204
1. 歴 史.....		204
2. 原 料.....		206
3. 原料の前処理.....		208
4. 種酵母製造法.....		212
5. 酸 酵.....		213
6. 菌体の分離及び洗滌.....		218
7. 酵母の圧濾混合及び成型.....		218
8. 乾燥酵母.....		220
9. 各種試験法.....		220
<b>第7章 微生物利用飼料</b> .....	山 田 浩 一	223
<b>第1節 飼料酵母の製造</b> .....		223
1. 飼料酵母製造の有する意義.....		223
2. ドイツにおける飼料酵母製造の状況.....		223
3. その他の国における状況.....		226
4. 使用された菌株.....		226
5. 酵母菌体の化学的組成.....		227
6. 工業用主原料.....		230
7. 栄養源の必要量.....		232
8. 空気の必要量.....		232
9. パルプ廃液より酵母製造の flow sheet.....		233
10. 生産に関する原価計算.....		234
<b>第2節 抗生物質飼料</b> .....	高 橋 健	237
1. 緒 言.....		237
2. 家禽類に対する効果.....		237
3. 豚・牛その他の動物に対する効果.....		239
4. 人間に対する効果.....		240
5. 作用機作について.....		240
<b>第3節 酸酵廃液飼料</b> .....	木 下 祝 郎	244
1. 緒 言.....		244
2. 蒸溜廃液飼料の製造.....		245
3. 廃液飼料の飼料価値.....		246

4. 日本における醗酵廃液	250
<b>第8章 アセトン・ブタノール醗酵</b>	253
第1節 アセトン・ブタノール菌	星野一雄 253
1. 代表的なアセトン・ブタノール菌及びその類縁菌	253
2. 性質その他	256
第2節 ブタノール醗酵機作論における生理的問題点	古坂澄石・難波康之祐 262
1. 緒言	262
2. 酵素化学的知見	263
3. 生理的問題点	268
4. 醗酵の転換	271
第3節 アセトン・ブタノール醗酵におけるバクテリオファージ	木下祝郎 273
1. 緒言	273
2. バクテリオファージによる異常醗酵例	274
3. バクテリオファージの検出法	276
4. バクテリオファージの形態観察	277
5. ファージの一般的性質	277
6. ファージの増殖	279
7. 耐性株及び Lysogenic strain (溶原株)	281
8. むすび	283
第4節 澱粉質原料よりアセトン・ブタノールの製造	土井新次 284
1. 総説	284
2. 澱粉質原料よりアセトン・ブタノールの製造	286
3. アセトン・ブタノールの蒸溜	294
4. 副産物とその利用	297
第5節 糖質原料よりアセトンブタノールの製造	本江元吉 299
1. 白糖の醗酵	300
2. 黒糖の醗酵	305
3. 蔗汁の醗酵	305
4. 糖蜜の醗酵	306
5. 木糖の醗酵	318
<b>第9章 有機酸醗酵工業</b>	322
第1節 醋酸の製造	板垣忠雄 322
1. 醋酸菌	322
2. 醋酸醗酵の機作	323
3. 食酢	324
4. 酒精酢	324
5. 製酢工場設備	328
6. 高濃度の酢	329

7. 食酢の濁濁	330
8. 醸造酢と合成酢の鑑別	330
9. 食酢工場に発生する有害生物	330
第2節 グルコン酸醱酵	池田 庸之助 332
1. 糸状菌によるグルコン酸醱酵	332
2. 細菌によるグルコン酸醱酵	339
3. グルコン酸醱酵の生理	340
4. グルコン酸, 2-ケトグルコン酸, 5-ケトグルコン酸の用途	342
第3節 2-ケト-L-グルコン酸醱酵	山崎 正孝 343
1. 菌種の撰択	344
2. 培養方法	346
第4節 ソルボース醱酵	相田 浩 351
1. 緒 言	351
2. ソルボース醱酵菌	352
3. 酸化細菌による酸化と基質の立体構造との関係	353
4. ソルボース醱酵の条件	356
5. 原料ソルビット	356
6. ソルボースの製造法	356
7. ソルボース醱酵における分析法	358
第5節 クエン酸醱酵の機構	照井 堯造 359
1. 緒 言	359
2. TCA 回路要説	359
3. クエン酸醱酵経路の同位元素による追跡結果	362
4. 醱酵の部分反応について	363
5. 醱酵の自由エネルギー	367
6. クエン酸の蓄積と分解	368
第6節 クエン酸の製造	尾崎 浅一郎 371
1. クエン酸製造の沿革	371
2. クエン酸醱酵の歴史	372
3. 醱酵菌	373
4. クエン酸醱酵の条件	374
5. 工業用主原料	378
6. 表面培養法によるクエン酸の製造	380
7. 液内培養法によるクエン酸の製造	383
8. クエン酸の用途	385
第7節 イタコン酸醱酵	佐々木 西二 387
1. イタコン酸醱酵の工業的及び化学的意義	387
2. イタコン酸醱酵菌株	388

3. イタコン酸の醗酵生産	389
4. 醗酵液中のイタコン酸の定量	393
5. イタコン酸醗酵のメカニズム	394
第8節 麴酸醗酵	池田 庸之助 394
1. 糸状菌による麴酸醗酵	395
2. グルコン酸菌による麴酸醗酵	397
3. 生産機構	399
4. 麴酸の性質	401
第9節 $\alpha$ -ケトグルタル酸醗酵	相 田 浩 402
1. 緒 言	402
2. $\alpha$ -ケトグルタル酸生産菌株	403
3. $\alpha$ -ケトグルタル酸生産菌の分離とスクリーニング	404
4. $\alpha$ -ケトグルタル酸醗酵の機構	404
5. $\alpha$ -ケトグルタル酸生産培地	408
6. 空気の供給及び温度	409
7. $\alpha$ -ケトグルタル酸の製造	409
8. $\alpha$ -ケトグルタル酸の定量法	411
9. $\alpha$ -ケトグルタル酸の回収法	413
10. $\alpha$ -ケトグルタル酸の用途	413
第10節 フマル酸醗酵	相 田 浩 414
1. 緒 言	414
2. フマル酸生産菌株	415
3. フマル酸醗酵の機作	415
4. フマル酸の工業的製造法	417
5. フマル酸の回収	420
6. フマル酸の用途	420
第11節 乳酸醗酵	北原 覚雄 421
1. 緒 言	421
2. 乳酸菌類	422
3. 乳酸醗酵の化学機構	424
4. 乳酸の製造	430
5. 旋光性乳酸の製造	433
6. 醗酵液の処理	436
7. 乳酸の精製	437
8. 乳酸の用途	438
第12節 2, 3-ブチレングライコール醗酵	守 随 稀 雪 442
1. 緒 言	442
2. 2, 3-ブチレングライコール醗酵	443

3. 2, 3-ブチレングライコールの回収	448
4. 2, 3-ブチレングライコールの定量	449
5. 2, 3-ブチレングライコールの用途	449
<b>第10章 微生物による油脂の生産</b> .....本江元吉	451
1. 緒 言	451
2. 油脂生成条件	453
3. 工業用培養法	456
4. 油脂生成微生物とその油脂生産	458
5. 生成油脂の分離取得	465
6. 生成油脂の性状並びに組成	466
7. 油脂合成の化学機構	468
8. Microalgae	472
<b>第11章 微生物による酵素の生産</b> .....	478
第1節 バクテリアによるアミラーゼの生産.....福本 寿一郎	478
1. 緒 言	478
2. 細菌アミラーゼの種類	479
3. 培養条件とアミラーゼ生産	482
4. 細菌アミラーゼの生産機構について	489
5. 細菌アミラーゼ剤の調製について	491
6. 細菌アミラーゼの使用について	493
第2節 かびによるアミラーゼの生産.....岡崎 浩	496
1. ま え が き	496
2. かびアミラーゼの種類とその作用	497
3. 各種酵素の協同作用	501
4. かびの種類によるアミラーゼ組成の差異	502
5. かびの培養条件とアミラーゼ組成の変動	504
6. かびアミラーゼの生成機構	505
7. かびアミラーゼ製造法の概念	506
第3節 液 体 麹.....富金原 孝	510
1. 緒 言	510
2. 液体麹の Amylolytic enzyme	511
3. 液体麹製造法	513
第4節 微生物によるプロテアーゼの生産.....山本武彦	519
1. 緒 言	519
2. 微生物プロテアーゼの種類とその特徴について	519
3. 培養条件とプロテアーゼ生産との関係について	526
4. プロテアーゼの利用について	529
5. アミラーゼ及びプロテアーゼ以外の実用微生物酵素について	531

<b>第12章 微生物によるビタミンの生産</b> .....	534
<b>第1節 ビタミン B<sub>2</sub> の生産</b> ..... 金子安之	534
1. 緒 言.....	534
2. ビタミンB <sub>2</sub> について.....	535
3. 微生物によるビタミンB <sub>2</sub> の合成.....	545
4. 培養醗等よりの抽出, 精製法.....	560
<b>第2節 ビタミン B<sub>12</sub> の生産</b> ..... 酒井平一	567
1. 沿 革.....	567
2. B <sub>12</sub> の化学的性質.....	568
3. B <sub>12</sub> の生理作用.....	570
4. B <sub>12</sub> の定量.....	571
5. B <sub>12</sub> の製造.....	573
6. その他の growth factor 類.....	580
<b>第13章 微生物によるデキストランの製造</b> ..... 滋賀達二	585
1. 緒言及び沿革.....	585
2. 菌 株.....	585
3. デキストラン醗酵.....	586
4. 代用血漿としてのデキストラン.....	588
5. デキストランの分子構造.....	592
6. デキストランの定量法.....	596
7. デキストランの酵素合成.....	597
8. デキストランの酵素分解.....	598
9. 臨 床.....	599
10. 代用血漿以外の用途.....	600
<b>第14章 抗生物質の製造</b> .....	603
<b>第1節 ペニシリンの製造</b> ..... 有馬 啓・石川哲夫	603
1. 概 説.....	603
2. 生産菌株.....	605
3. 培 養 法.....	611
4. 精 製 法.....	620
5. 製 剤.....	629
6. ペニシリンの生合成.....	630
7. ペニシリンの定量法.....	632
8. ペニシリンの臨床的その他の効果.....	635
9. 結 び.....	637
<b>第2節 ストレプトマイシンの製造</b> ..... 池田 庸之助	639
1. 生産菌株.....	639
2. 菌の改良.....	641

3. 培 地	642
4. 培 養	643
5. 濾 過	645
6. 吸着並びに溶出	645
7. 精 製	647
8. 還 元	647
9. 乾 燥	643
10. 製 品	648
11. 検 定 法	648
12. 化学的性質	649
13. 安 定 性	650
14. 抗菌的性質	650
15. ジヒドロストレプトマイシン, マンノシドストレプトマイシン, ハイドロオキシストレプトマイシン	652
16. 副産物の利用	652
<b>第3節 テトラサイクリン群抗生物質の製造</b> 酒井平一	653
1. 概 説	653
2. クロルテトラサイクリンの製造	655
3. オキシテトラサイクリンの製造法	659
4. テトラサイクリンの製造法	661
<b>第4節 バクテリアの生産する抗生物質</b> 酒井平一	662
1. 緒 言	662
2. バシトラシンの製造法並びに性質	663
3. ポリミキシン群物質の製造法並びに性質	666
4. Tyrothricin 群物質の製造法並びに性質	668
<b>第5節 糸状菌の生産するその他の抗生物質</b> 小松 栄太郎	681
1. 抗生物質をつくる糸状菌	681
2. 糸状菌のつくる抗生物質	685
3. 糸状菌の培養と抗生物質の分離	685
4. 結 語	697
<b>第6節 アクチノミセス属の生産するその他の抗生物質</b> 米 原 弘	700
1. アクチノミセス属の生産する抗生物質の分類	700
2. アクチノミセス属の生産する抗生物質の製造	703
<b>第15章 微生物のファージ</b> 金子太吉	710
1. 緒 言	710
2. ファージ粒子の性質	711
3. ファージの増殖	712
4. ファージの宿生域	713
5. 醗酵槽への侵入とその証明	715

6. 微生物工業におけるファージ対策	717
7. ファージの利用	719
索 引	721



# 第 1 章 総 説

## 1. 微生物工業とは

微生物工業 Industrial Microbiology とは、微生物（かび、酵母、細菌）を利用して生産を行う一切の工業 Technology を包含する。しばしば醱酵工業 Fermentation Industry という言葉が用いられるが、醱酵 Fermentation の持つ意味は“湧く” to be boiling ということ、いい換えれば泡立つ現象を表わし、この言葉が果実のアルコール醱酵に対して宛てはめられたことは容易に想像されるのである。アルコール醱酵においては、確かに炭酸ガスの発生に伴つて、泡立ちの現象が見られるが、この古典的な表現がそのままに通用した時代は長くなく、やがて好氣的な微生物の物質代謝——醋酸醱酵が見出され、泡立ちの伴わない現象が明らかにされた。のみならず自然界に無数に存在する微生物の純粹分離が続々と行われ、その生理が解明され、乳酸醱酵、酪酸醱酵、ブタノール・アセトン醱酵、グルコン酸醱酵、クエン酸醱酵など、新しい醱酵が次々と登場してきた。これらは嫌氣的 anaerobic あるいは好氣的 aerobic な微生物によるものであり、泡立つものもあるし、そうでないものもある。かくして Fermentation に与えられた字義は原則的に薄らいで来たのであるが、今日でもこれらの現象はペニシリン、ストレプトマイシンなど抗生物質の生成を含めて、すべて Fermentation という言葉で通用している。しかしながら微生物を利用する領域は、これら物質代謝を中心とする醱酵現象のみに依存するのではなく、寧ろ生合成 Biosynthesis に属するアミラーゼ、プロテアーゼなど酵素の生産、微生物菌体自身の利用——例えばパン酵母、食飼料酵母など、——また微生物に依存する単一酵素の抽出、それを利用して有機合成反応、有機化合物の基 Radical の転換反応——例 Transamination——を行わしめるような領域まで工業的価値を持つようになり、最早や醱酵工業の表現は科学的に適切なものとはいい得なくなつたのが現在の状態である。広義の微生物利用工業は、したがつて微生物工業と呼称するのが適當である。他面に古くから行われて来た醸造業すなわち酒、ビール、葡萄酒、醬油、味噌などはどうであろうか。これらはもちろん微生物工業に包含される大きな分野であるが、その通念からいつて醸造業として別個に分ける考え方もあるし、また食品醱酵工業 Food Fermentation Industry とし、その他の非食品醱酵工業 Non-Food Fermentation Industry と分けるという見方もある。いずれにせよ微生物工業は、その包括する範囲は非常に多岐であり、且つ微生物の新しい生理が究明され、新醱酵生産物が発見される可能性が多分にあるから、将来その領域はさらに拡大されるであろう。

## 2. 微生物工業の分類

微生物の利用は系統的に次のように分類せられる。

### 1) 微生物菌体の利用

いろいろの農作物が種々の栄養素を含んでわれわれの食料となるように、微生物もまたその菌体の中に作物に劣らない栄養素を含んでいる。例えば酵母や単細胞藻類のクロレラ *Chlorella* のようなも