

## 酵 母 의 類 緣

東京大學 應用微生物研究  
駒 形 和 男 (農博)

酵母는 釀造分野에서 옛날부터 酒類 其他釀造食品의 製造에 關與하는 微生物로서 알려져 있습니다. 그러나 이分野에서 利用되는 酵母의 種類는 限定되어 있습니다.

酵母는 넓은 意味에서 正常的인 細胞形態가 單細胞이며 發芽 또는 分裂에 의해서 增殖하는 菌類의 總稱입니다. 또 酵母의 種類에 따라서는 子囊孢子(ascospore)나 擔子菌(basidiomycetes)의 basidiospore와 비슷한 射出孢子(ballistospore)를 形成하는 것도 있습니다. 形態도 圓形(round)이나 타圓形(ellipsoidal)인 것도 있으나 菌糸狀으로 긴 것도 있습니다. 그러므로 酵母란 系統發生(phylogenetically)이 相異한 各種 菌類의 모임이라 할 수 있겠습니다. 따라서 酵母라는 微生物을 깊이 理解하기 위해서는 酵母의 類緣關係(interrelation)을 알아 둘 必要가 있습니다.

高等動植物의 類緣關係는 交雜(inter breeding), 發生學(embryology) 등의 研究에 의해서 證明됩니다. 그러나 細菌이나 無孢子酵母와 같은 微生物에는 이와 같은 方法을 適用할 수 없습니다. 따라서 이들 微生物은 免疫, 血清學的性質(immunological characteristics), 生化學的性質(biochemical characteristics), 其他의 方法에 의해서 研究됩니다. 最近의 微生物遺傳學的 研究는 遺傳에 關與하는 物質的인 基礎는 DNA에 있음을 밝히고 있습니다. 그렇다면 微生物의 類緣關係를 알기 위해서는 DNA의 構造를 比較하는 것이 가장 좋은 方法이겠습니다. 만 이것은 實驗的으로 극히 困難할 뿐 아니라 한꺼번에 많은 菌株을 取扱하지 않으면 안된다는 分類學的 性質때문에 이 方法은 거의 不可能합니다.

한편 DNA의 鹽基配列(base sequence of DNA)

은 DNA의 鹽基組成(base composition of DNA)에 反映되고 있다고 생각할 수 있습니다. DNA에는 guanine, cytosine, adenine, thymine의 4種類가 있고 DNA의 二重사슬(double strand)은 adenine과 thymine, guanine과 cytosine의 結合에 의해서 連結되어 있습니다. 여기에서 DNA의 全體 鹽基중에서의 guanine과 cytosine이 차지하는 百分比를 DNA의 鹽基組成 또는 DNA의 GC含量(GC content in DNA)이라고 합니다.

DNA의 GC含量이 微生物의 類緣을 나타내는 根據로서 DNA-DNA交雜(DNA-DNA hybridization)은 GC含量이 비슷하지 않으면 일어나지 않으며 또한 分類學的으로 類似하다고 생각되는 微生物의 GC含量은 事實 비슷합니다. 그러나 GC含量이 비슷하다고 해서 곧 그 2種의 生物이 類似하다는 結論을 내려서는 안됩니다. 恒常 現在의 分類學的 發展에 注目하여 結論을 내려야만 합니다. 이를테면 사람의 DNA의 GC含量과 디프테리아菌(*Corynebacterium diphtheriae*)의 GC含量이 비슷하더라도 兩者가 生物學的으로 類緣하다는 結論을 내릴 수는 없다는 것입니다. 어디까지나 現在의 分類學的 事實을 잘 안 다음에 判斷하지 않으면 안됩니다.

細菌學의 分野에서는 DNA의 鹽基組成은 相當히 詳細하게 調査되어 있습니다만 酵母의 分野에서는 아직 研究가 적고 本人들 研究가 가장 넓은 範圍의 酵母를 對象으로 하고 있다고 생각합니다. 그래서 本人은 微生物의 細胞成分등으로 부터 微生物의 類緣關係를 考察하는 chemotaxonomy의 立場에서 酵母의 類緣을 論하여 보고져 합니다. 그리고 最近 注目되고 있는 擔子菌系酵母(*Basidiomycetes yeasts*)의 類緣을 그 生活環(life cycle)과

DNA의 염기組成등의 chemotaxonomy의 立場에서 考察해 보고져 합니다.

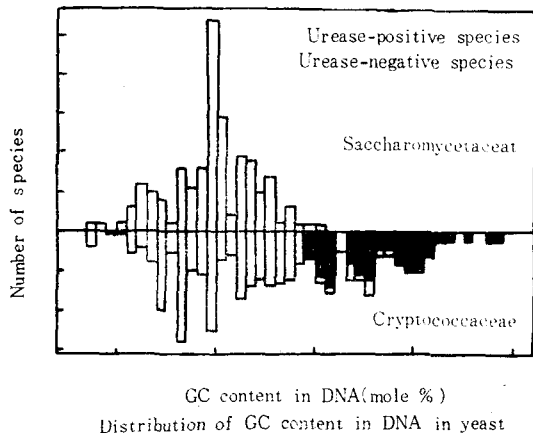
**GC 含量**

酵母全體의 DNA의 鹽基組成에 대해서 말씀드리기 전에 DNA의 GC含量的 測定方法에 대해서 간단히 설명하겠읍니다. 二重사슬의 DNA를 溶液의 狀態에서 加熱하면 二重사슬이 단계의 사슬로 된 DNA가 됩니다. 이때 260m $\mu$ 에서의 吸收가 約 40%增加하게 됩니다. 이 DNA의 吸收의 增加를 DNA의 hyperchromicity라 하고 이 50%에 相當하는 溫度를 DNA의 變性溫度(denaturation temperature, Tm)라 하며 Tm과 DNA의 GC含量 사이에는 一定한 關係가 있습니다. 그러므로 다음의 關係式으로 부터 DNA의 GC含量을 求할 수가 있습니다.

$$T_m = 69.3 + 0.41GC$$

Tm는 DNA의 純度에 거의 影響을 받지 않기에 分類學的 研究와 같이 多數의 菌體를 取扱하지 않으면 안될 경우에 便利합니다.

第1表는 酵母의 GC含量的 分布입니다. 酵母의 GC含量的 範圍는 대략 27%부터 69%에 이르고



第2表 子囊酵母의 完全世代와 不完全世代의 GC—含量 比較

完 全 世 代		不 完 全 世 代	
<i>S. cerevisiae</i>	38.8—40.0%	<i>C. robusta</i>	39.0 %
<i>S. fragilis</i>	40.0—40.7	<i>C. pseudotropicalis</i>	39.0—40.5
<i>S. marzianus</i>	41.0	<i>C. macedoniensis</i>	39.8
<i>S. lactis</i>	39.3—40.2	<i>T. spherica</i>	39.0
<i>S. rosei</i>	42.7—43.2	<i>T. stellata</i>	43.7
<i>S. fermentati</i>	42.9—43.4	<i>T. colliculosa</i>	42.2
<i>H. anomala</i>	35.9—36.6	<i>C. pelliculosa</i>	36.1
<i>P. membrane faciens</i>	41.5—42.4	<i>C. mycoderma</i>	43.2
<i>Ha. guilliermondii</i>	31.0—31.7	<i>K. apiculata</i>	31.2—31.7

第1表 酵母 DNA의 GC—含量

Genera	No. of strains	GC content in DNA (mole %)
<i>Asosprogenous yeasts</i>	250	27—50
<i>Debaryomyces</i>	13	33—46
<i>Endomycopsis</i>	11	32—50
<i>Hansenula</i>	70	32—50
<i>Hanseniaspora</i>	12	27—38
<i>Kluyveromyces</i>	11	33—46
<i>Pichia</i>	51	28—50
<i>Saccharomyces</i>	75	33—46
Other genera	7	35—48
<i>Asporogenous yeasts</i>	310	27—69
<i>Candida</i>	153	30—63
<i>Torulopsis</i>	71	32—60
<i>Kloeckera</i>	19	27—38
<i>Trichosporon</i>	6	36—63
<i>Cryptococcus</i>	20	49—60
<i>Rhodotorula</i>	38	50—69
Other genera	3	36—59
<i>Basidiomycetous yeasts</i>	20	34—67
<i>Rhodopordium</i>	8	51—67
<i>Leucosporidium</i>	6	50—59
<i>Syringospora</i>	6	34—35
<i>Yeast-like fungi</i>	20	35—59

있습니다. 가장 含量의 範圍가 좁은 것은 *Hanseniaspora*로서 約 10이며 *Candida*의 경우는 約 33%나 됩니다. 잘 研究되고 있는 屬의 GC含量範圍는 대략 10%~15%이 내에 있습니다만 *Candida* 또는 *Torulopsis*와 같이 30%나 된다는 것은 이들 屬이 heterogeneous이며 이며 分類學的으로 큰 問題點을 안고 있다는 것을 알수 있습니다.

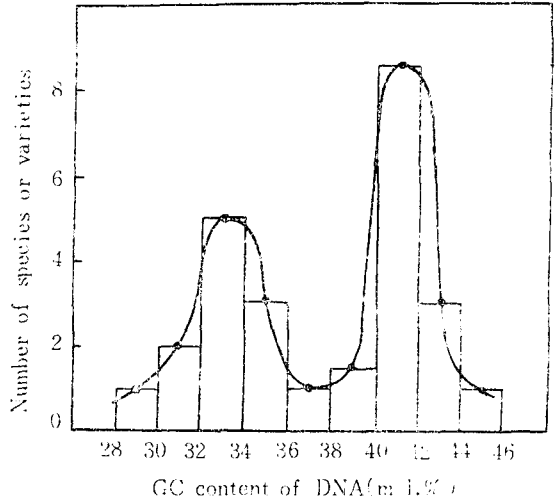
第2表는 子囊酵母(ascosporogenous yeasts)와 無孢子酵母(asporogenous yeasts)의 關係를 나타

낸 것이며 完全世代와 不完全世代가 잘 一致되고 있습니다. 또 子囊酵母(有孢子酵母)와 無孢子酵母의 關係를 GC含量과 Urease에 대해서 본다면 第1圖와 같습니다. 有孢子酵母의 GC含量은 30%부터 50%가까이까지 分布하고 있습니다.

다만 그 以上の 것은 없으며 無孢子酵母는 有孢子型으로 생각되는 것과 GC含量이 50% 以上の 것으로 크게 나눌 수 있습니다. 그리고 GC含量이 높은 無孢子酵母의 대부분은 Urease 陽性인 點으로 보아 다른 酵母임을 알 수 있습니다.

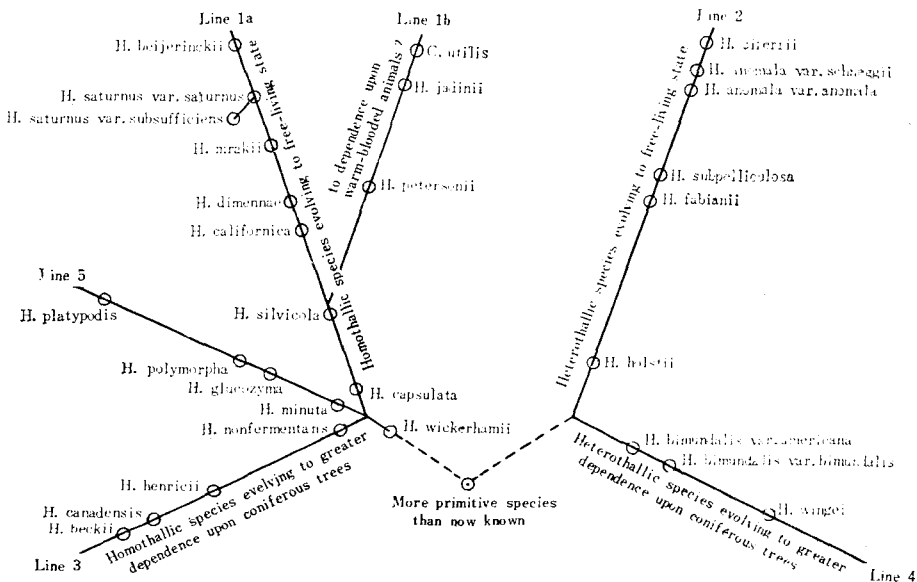
**Hansenula의 類緣**

다음에 *Hansenula*屬의 分類學的關係에 대해서 말씀드리겠습니다. 이屬의 酵母는 土星型(saturn shaped) 또는 帽子型(hat shaped)의 胞子를 形成하며 어떤 것은 芳香을 發生하는 것으로 잘 알려져 있으며 이屬은 美國의 Wickerham博士에 의해서 깊이 研究되고 있습니다. 이屬의 GC含量을 調査한 結果 第2圖에서 보는 바와 같이 28%부터 49%까지의 넓은 範圍에 分布하고 있으며 이屬은 GC含量으로 보아 32%~34%의 GC含量이 낮은 것과 40~42%의 比較的 GC含量이 높은 2개의 subgroup으로 나눌 수 있습니다. 여기에서 興味있는 일은 土星胞子를 形成하는 菌種은 一般的으로 GC含量이 낮고 帽子型胞子를 形成하는 菌種은 2개의 stbgroup에 걸쳐서 分布하고 있는 것입니다.



第2圖 *Hansenula*屬의 GC-含量 分布

Wickerham博士은 이屬 酵母의 habitat, polidy, 및 vitamin要求性에 따라서 系統發生을 다음과 같이 생각하고 있습니다. 즉 第3圖와 같이 *Hansenula*에는 가장 原始的인 菌種이 있어서 이것으로부터 하나는 homothallic의 方向으로 變化하고 다른 하나는 heterothallic의 方向으로 變化하였으므로 생각하였습니다. 針葉樹(舍類, Coniferous tree)부터 分離되는 菌種은 一般的으로 haploid이



第3圖 *Hansenula*의 推定되는 系統 (Wickerham)

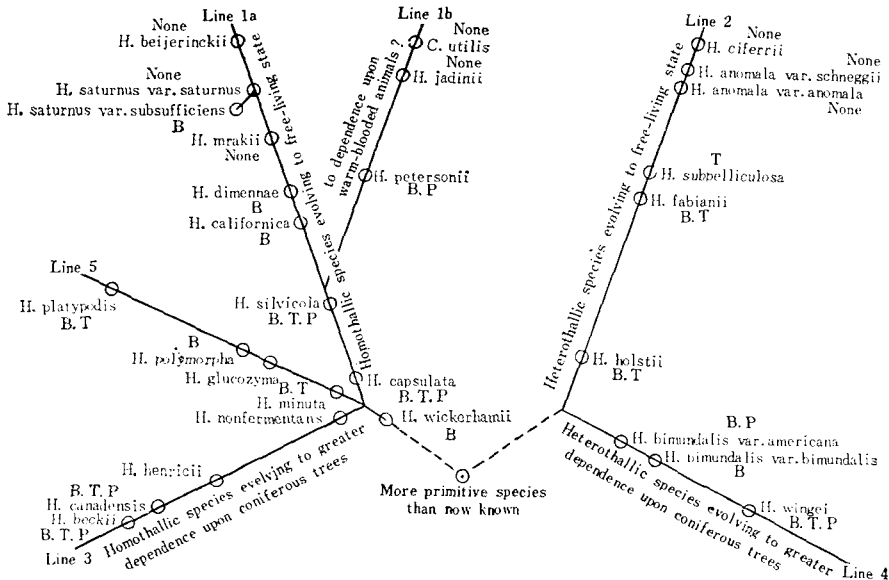
고 糖을 약간 醱酵하며 colony는 mucoid tube인데 대해서 다른 habitat로 부터 分離되는 菌種은 一般의로 diploid이고 糖을 醱酵하며 colony는 mat type이라는 것입니다.

Wickerham博士는 *Hansenula*의 ploidy는 haploid 부터 diploid로 變하고 또 이屬의 菌種은 vitamin을 合成하는 能力을 점차 獲得하게 되었다고 생각하고 있습니다. 그리고 colony도 mucoid type, 것으로 부터 mat type로 變化하였다는 것입니다. 第

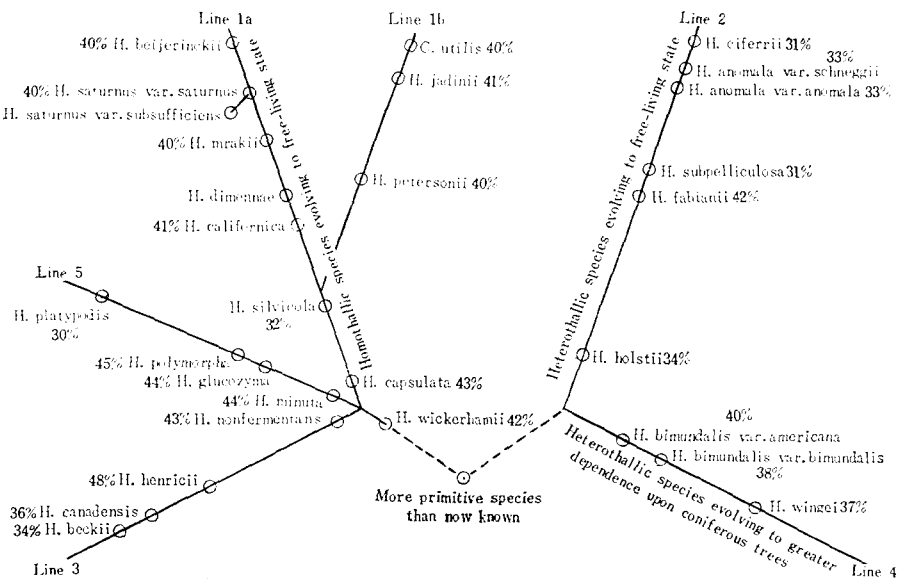
4圖는 *Hansenula*의 vitamin要求가 점차적으로 줄어들고 있는 것을 나. 내고 있습니다. 예컨대 Line 1. 에서 原生種에 가까운 것은 biotin, thiamine 및 pyridoxine을 要求하지만 末端으로 가면 전혀 要求하지 않는 菌種을 볼 수 있습니다.

다음에 各菌種의 GC含量은 이 그림에 適用시켜 보면 이들의 系統發生은 GC含量과 잘 一致합니다 (第5圖)

한편 土屋博士등은 酵母에 대해서 廣範圍하게



第4圖 *Hansenula*의 vitamin要求



第5圖 *Hansenula*의 GC-含量

第3表 *Hansenula*의 GC-含量과 抗原構造와의 關係

Species	Antigenic structure by TSUCHIYA et al.	GC content (mol. %)	Number of strains tested
<i>H. californica</i>	1, 16, 20, 21, 22, 2, 14, (15), (17)	41.5	2
<i>H. beijerinckii</i>	1, 16, 20, 21, 22, 2, 14, 15, (17)	400-402	1
<i>H. mrakii</i>	1, 16, 20, 21, 2, 14, 15, (17)	402	1
<i>H. saturnus</i>	1, 16, 20, 21, 2, (14), (15), (17)	39.5-415	2
<i>H. suasveolens</i>	1, 16, 20, 21, 2, 14, 15, (17)	NT <sup>a</sup>	
<i>H. bimudalis</i>	1, (16), 20, 21, 2, 14, (15), 17	37.8-39.0	1
<i>H. bimudalis</i> var. <i>americana</i>	1, (16), 20, (21)	40.0	1
<i>H. fabianii</i>	1, (16), 20, (21)	41.0-43.2	5
<i>H. petersonii</i>	1, (16), 20, (21), p	39.0-41.2	2
<i>H. anomala</i>	1, 16, 20, 2, 14, 15, (17)	32.7-33.9	3
<i>C. pelliculosa</i>	1, 16, 20, 2, 14, 15	341	1
<i>H. ciferrii</i>	1, 16, 20, 2, 14, (15), 17	30.5	1
<i>H. schneeggii</i>	1, 16, 20, 2, 14, (15), (17)	324-334	2
<i>H. silvicola</i>	1, (16), 20, 2, 14, (15)	315-32.7	4
<i>H. subpelliculosa</i>	1, (16), 20, 2, 14, (15)	315-32.7	4
<i>H. subpelliculosa</i>	1, (16), 20, 2, 14, (15)	310	1
<i>H. jadinii</i>	1, (16), (c), (2), 14, 17	41.0	1
<i>C. utilis</i>	1, (16), (c), (2), (14), 17	402	1

免疫血清學的인 研究을 하였읍니다만 第3表에서 보는 바와 같이 *Hansenula*를 特徵지우는 抗原 antigen)은 A<sub>1</sub> 과 A<sub>16</sub> 이라고 합니다. 이들 중 抗原 A<sub>20</sub> 과 A<sub>21</sub> 을 가지는 菌種은 거의 같은 GC含量을 나타내고 있으며 이들 菌種은 Wickerham의 Line 1 에 속하고 A<sub>21</sub> 抗原을 가지고 있지 않는 菌種은 GC含量이 낮으며 Line 2 에 속하게 됩니다. 이와 같이 GC含量的의 결과와 抗原構造와는 잘 一致하며 이러한 事實로 부터 酵母의 GC含量과 免疫學的의性質은 酵母의 類緣을 알기 위한 좋은 指標(Criterion)가 된다고 생각합니다.

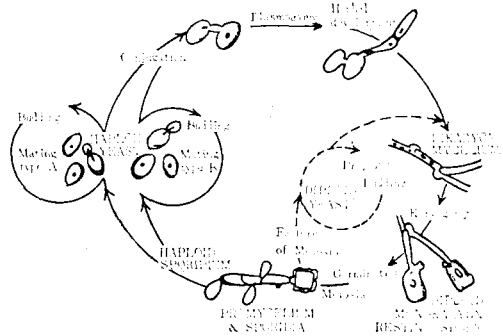
또 캐나다의 Spencer博士는 酵母의 細胞壁의 mannan의 構造를 檢討하여 酵母의 類緣을 論하고 있습니다만 이性質도 GC含量이나 抗原構造와 잘 一致되고 있습니다

**Rhodotorula의 完全時代**

이상 子囊菌(ascomycetes)에 由來하는 酵母에 대해서 말씀드렸읍니다만 다음에擔子菌(basidiomycetes)에 由來하는 酵母의 類緣에 대해서 말씀드리고져 합니다.

*Rhodotorula*란 酵母는 所謂 말하는 赤色酵母(red yeast)이며 自然界에 廣範圍하게 分布하고 있습니다. 아직 이들 酵母의 利用은 充分히 研究되어 있지 않으나 Finland에서는 魚類의 飼料로 利用하고 있다고합니다. 本人이 이 酵母의 分類에

興味를 가지게 된것은 *Rhodotorula glutinis*라는 酵母의 完全世代가 發見되어 *Rhodosporidium*로 命名되고 그것이 擔子菌과 類緣인 것이 報告되었기에 이것을 chemotaxonomy의 立場에서 研究해 보면 어떨까 생각하였고 또 *Rhodotorula*의 GC含量이 子囊菌酵母에 比較하여 높으기 때문이기도 합니다.



第7圖 *Rhodosporidium toruloides*의 life cycle (坂野)

*Rhodotorula*의 完全時代는 1967年 松野氏에 의해서 發見되었습니다. 第7圖에서 보는 바와 같이 *Rhodotorula glutinis*로 命名된 酵母는 mate할 相

對가 없을 때에는 haploid의 狀態에서 出芽에 의해서 增殖합니다만 mate 할 相對가 있으면 接合(conjugate)하여 dikaryon의 菌糸를 만들고 dikaryon의 菌糸에는 擔子菌特有的 clump connection을 볼 수 있습니다. 다음에 核融合(karyogamy)를 일으켜 菌糸의 先端에 teliospore를 形成하게 됩니다. 그리고 teliospore는 減數分裂(reductive division)하여 promycelium을 만들고 이것이 出芽에 의해서 4개의 haploid의 酵母로 된다는 life cycle를 이루게 됩니다. 이 life cycle는 擔子菌中の 黑穗菌(Ustilaginales)에서 볼 수 있는 것과 같다는 것을 알게 되어 이 完全世代에 대해서 Rhodosporidium toruloides라는 學名을 부쳤습니다. 즉 Rhodotorula glutinis라 불리는 菌種의 完全世代는 Rhodosporidium toruloides이라는 것입니다. 이러한 事實을 念頭에 두고 GC含量 其他의 性質을 調査하여 보면 第4表와 같이 Rhodotorula屬은 크게 4개의 group로 나눌 수 있습니다. Rhodotorula란 酵母는 group 1과 2에 걸쳐서 存在하고 있으며 group 1이나 2에 속하는 Rhodotorula glutinis는 모두 現在의 酵母의 分類學上 同一한 性質을 가지고 있으므로 같은 菌種으로 同定되는 것은 當然한 일일 것입니다. 그러나 group 1의 Rhodotorula glutinis의 GC含量은 66.8~67.8%인데 대해서

group 2의 Rhodotorula glutinis는 60.2~61.2%이며 그차는 6~7%입니다. GC含量이 10% 다르다는 것은 遺傳學的으로 相異되는 것으로 생각되고 있기 때문에 이 두 Rhodotorula glutinis의 表現型(phenotype)은 같더라도 遺傳的背景이 相當히 다르다는 것을 나타내고 있습니다. 앞서 말씀드린 Rhodotorula의 完全世代라고 생각되고 있는 Rhodosporidium의 GC含量에 대해서 檢討하여 보면 第5表에서 보는 바와같이 Rhodotorula glutinis의 完全時代라고 생각되고 있는 Rhodosporidium toruloides의 GC含量이 group 2의 Rhodotorula glutinis와 一致하고 있었습니다. 즉 group 2의 Rhodotorula glutinis와 Rhodosporidium toruloides는 不完全世代↔完全世代의 關係에 있는 것을 알 수 있습니다. 그리고 坂野氏에 의하면 여기에서 말하는 group 2의 Rhodotorula glutinis는 group 1의 Rhodotorula glutinis와는 mate하지 않는다고 합니다. 그러면 group 1의 Rhodotorula glutinis의 完全時代는 무엇인가하는 것이 問題가 되겠습니다. Fell는 이 group 1에 相用하는 Rhodotorula glutinis는 selfsporulating의 Rhodosporidium이며 이것을 Rhodosporidium dioboratum라 命名하고 있습니다. 즉 group 1의 Rhodotorula glutinis는 Rhodosporidium dioboratum이라고 말

第4表 Rhodotorula의 grouping

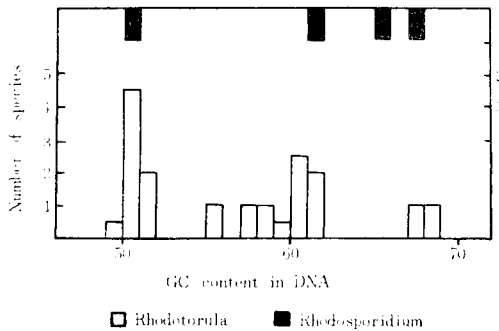
Group	Species	No. of strains	GC content (mole%)	Requirement of biotin	Requirement of PABA	Production of "starch"	Group by Hasegawa
1	<i>R. infirmominiata</i>	2	67.8—68.5	+	—	+	III
	<i>R. glutinis</i>	5	66.8—67.8	—	—	—	I
2	<i>R. glutinis</i>	5	60.2—61.2	—	—	—	I
	<i>R. glut.</i> var. <i>dairensis</i>	1	61.2	—	—	—	I
	<i>R. glut.</i> var. <i>rufusa</i>	1	60.0	—	—	—	(I)
	<i>R. rubra</i>	10	60.0—61.2	—	—	—	I
	<i>R. pilimanae</i>	1	60.7	—	—	—	(I)
3	<i>R. glut.</i> Var. <i>auraantiaca</i>	1	55.4	—	—	—	I
	<i>R. crocea</i>	1	58.8	—	—	—	
	<i>Rilactosa</i>	2	57.3—57.6	—	+	—	II
4	<i>R. lactosa</i>	1	50.0	—	+	—	II
	<i>R. pallida</i>	1	51.0	—	+	—	II
	<i>R. marina</i>	1	51.0	—	+	—	II
	<i>R. minuta</i>	1	51.0	—	+	—	II
	<i>R. zsolttii</i>	1	51.0	—	+	—	(II)
	<i>R. slooffii</i>	1	50.7	—	+	—	(II)
	<i>R. texensis</i>	3	50.2—50.7	—	+	—	II

할 수 있습니다. *Rhodospordidium sphaerocarpum* 라는 *Rhodosporidium*도 알려져 있습니다만 아직 保存菌株중에서는 그 不完全世代에 相當하는 것은

第5表 *Rhodotorula*와 *Rhodosporidium*

Imperfect stage ( <i>Rhodotorula</i> )		Perfect stage ( <i>Rhodosporidium</i> )	
Species	GC content (mole%)	Species	GC content (mole%)
<i>R. glutinis</i>	66.8—67.8	<i>R. diobovatum</i>	67.1—67.3
"	/	<i>R. sphaerocarpum</i>	64.9—65.4
"	60.2—61.2	<i>R. toruloides</i>	60.7—61.2
<i>R. graminis</i>	70*	<i>R. malvinellum</i>	50.5

\*Storck et al. (1969)



第8圖 *Rhodotorula* 및 *Rhodosporidium*의 GC—含量分布

찾아볼 수 없습니다. 第8圖에 *Rhodotorula*, *Rhodosporidium*의 GC함량을 그림으로 표시하였 습니다만 이것으로부터도 兩者의 關係를 잘 알 수 있습니다.

다음에 이들의 關係를 다른 Chemotaxonomy의 立場에서 생각해 보겠습니다. ubiquinone이란 것은 呼吸系의 末端部에 있는 物質입니다만 이것은 細菌의 菌種에 따라서 다르다는 것이 報告되고 있습니다. 山田氏가 酵母에 대해서 廣範圍하게 그 構造와 分布의 關係를 調査하고 있습니다만 이중 *Rhodotorula*에 대해서 알아 보도록 하겠습니다. 第9圖에서 보는 바와 같이 *Rhodosporidium diobovatu*에 相當하는 *Rhodotorula glutinis*는 兩者가 모두 ubiquinone이 Q<sub>10</sub> 인니다만 *Rhodosporidium toruloides*와 그 不完全世代는 Q<sub>9</sub>입니다. 이런 點으로 보아 兩者는 다른 菌種이라는 것을 理解할 수 있습니다.

여기에서 다시 問題가 되는 것은 *Rhodotorula glutinis*입니다. 第6表에서 보는 바와 같이 現在의 酵母의 分類學에서 *Rhodotorula glutinis*로 同 定된 酵母를 GC함량과 ubiquinone type에 관해서 보면 4群으로 分類됩니다. 이들 중 GC함량이 61%이고 ubiquinone이 Q<sub>10</sub>인 酵母의 完全世代는 알려져 있지 않습니다.

즉 現在酵母의 分類學에서 細胞形態 糖의 醱酵性, 糖의 利用性등으로 부터 同一한 菌種이라고 생각되고 있는 것이라도 chemotaxonomy의 立場에서 또는 完全世代의 點에서 4개의 group로 分類된다는 것은 現在의 酵母分類가 子囊菌의 酵母에 適合할지라도 擔子菌酵母에는 適用되지 않음을 나타내고 있습니다.

第6表 *Rhodotorula glutinis*의 GC—함량과 ubiquinone type에 의한 grouping

GC content (mole %)	Ubiquinone type (Y. Yamda)	Corresponding species of <i>Rhodosporidium</i>
I 66.8—67.8	Q <sub>10</sub>	<i>R. diobovatum</i>
II 64.9—65.4	Q <sub>10</sub>	<i>R. sphaerocarpum</i>
III 60.2—61.2	Q <sub>9</sub>	<i>R. toruloides</i>
IV 61.2	Q <sub>10</sub>	?

\* Sixteen strains of this species were studied.

### 石油 酵母

最近 石油蛋白質이 여러가지 角度에서 問題가 되는 있습니다. 石油를 利用하는 酵母는 거의 *Candida*屬에 속하고 있습니다 *Candida*란 屬은 GC함량의 範圍가 30%나 되는 無孢子酵母(*asporogenous yeast*)입니다. 따라서 그 完全世代는 子囊菌에 由來되는 것만이 아닐것으로 推測이 됩니다.

本人들이 研究한 結果와 다른 研究者의 data부터 主된 石油酵母를 選擇하여 그 關係를 나타낸 것이 다음 第7表입니다. 表에서 보는 바와 같이 GC함량의 範圍는 15%나 됩니다. 또 細胞壁의 man nan을 보더라도 *Candida lipolytica*는 다른 酵母와는 다릅니다. 더욱 重要한 것은 알려져 있는 限度에서는 그 完全時代가 서로 다르다는 것입니다. 즉 *Candida lipolytica*는 n-paraffin부터 α-ketoglutaric acid를 대량 蓄積하는 것으로 잘 알려져 있으며 그 完世代는 Wickerham에 의해서 *Endomycopsis*라고 同定되었고 最近은 命名上의 問題때문에 *Sacchromycopsis*로 불려지고 있습니다. 또 *Candida pulcherima*의 完全世代는 Mesc-hnikowia라고 합니다만 이 酵母는 針狀의 子囊胞

第7表 代表的인 石油酵母의 性質

Imperfect - Perfect-Stage	GC content	Urease	Alkali-soluble polyaraccharide in cell wall	Fermentation	Assimilation
<i>C. lipolytica</i> Endomycopsis	48%	+	galactomannan	—	D.
<i>C. rugosa</i>	47—49	—	mannan	—	D. G. Nn. 3
<i>C. pulcherrima</i> Neschnikowia	45—46	—	mannan	D. G.	d. g. s. m.
<i>C. guilliermondii</i> , P. guilliermondii	43	—		D. G. S. R	d. g. s. m.
<i>C. intermedia</i>	42—43	—		D. G. M. S	d. g. m. s. L
<i>C. parapsilosis</i> Lodderomyces	37—39	—		D. G. S.	d. g. s. m. No3
<i>C. tropicalis</i>	33—34	—	mannan	D. G. S. M.	d. g. s. 1. No3

D:dextrose G:galactose S:sucrose M:mannose R:raffinose L:lactose Nn3:nitrate

子를 形成하는 特徵이 있습니다. 그리고 *Candida guilliermondii*의 完全世代는 *Pichia guilliermondii* 이고 *Candida parapsilosis*의 完全世代는 *Lodderomyces*이라고 하며 이 屬을 創設한 van der walt는 完全世代나 不完全世代가 모두 *n-paraffin*을 利用한다는 것으로도 兩者의 關係는 矛盾되지 않는다고 報告하고 있습니다.

以上の 事實로부터 石油을 利用하는 酵母라도 그 遺傳的背景, 有性世代도 다르고 系統的(phylogenically)으로 相異되는 酵母라는 것을 알수 있습니다. 酵母가 石油을 利用한다는 性質을 single cell protein, 石油蛋白質이라는 觀點에서가 아니라 生物學的인 立場에서 研究한다면 今後 새로운 것을 알게 되지 않을까 期待됩니다.

#### 酵母와 細菌

以上 말씀드린 바와 같이 酵母는 一般的으로 子囊菌(*ascmycetes*)에 由來되는 것과 擔子菌(*basidiomyces*)에 由來되는 것이 있다고 할 수 있습니다. 이것이 明白하게 된것은 *Rhodotorula*에서 發見된 有利世代의 確認, 또 GC含量, 細胞壁의 構成糖類, ubiquinon의 構造와 같은 最新의 chemotaxonomical한 研究의 結果이며 同時에 새 酵母의 發見에 의한 것입니다. 1例로서 1952년에 出版된 "The yeasts"에는 26屬, 165種이 記載되어 있습니다만 1970년의 "The yeasts"에는 39屬, 361種의 記載되어 있습니다.

지금까지 應用微生物學的 分野에서는 細菌이나

酵母나 單純히 微生物이라고 表現되어 왔습니다. 그러나 이들 微生物에 差異가 없겠음니까, 酵母에는 여러가지 由來가 있다는 말씀을 드렸음니다만 細菌과 酵母 사이에는 生物學的으로 大端히 뚜렷한 差異가 있습니다. 兩者의 가장 큰 差異는 核(nucleus)입니다. 즉 酵母, 곰팡이, 버섯등의 微生物과 高等 動植物의 細胞의 核은 모두 核膜(nuclear membrane)에 싸여져 있으나 細菌의 核은 露出된 DNA라고 생각되고 있습니다. 前者와 같은 核을 가진 細胞를 眞核細胞(eukaryotic cell)라 하고 後者和 같은 細胞를 原始核細胞(prokaryotic-cell)라 합니다. 기리고 eukaryotic cell는 有糸分裂을 하고 鞭毛는 特徵있는 構造를 하고 있습니다. 그러나 prokaryotic cel에서는 有糸分裂은 볼 수 없고 細菌의 運動器官인 鞭毛는 eukaryotic cell의 것과는 다릅니다. 따라서 細菌을 깊이 理解하기 위하여서도 酵母의 研究는 大端히 興味있는 일입니다. 또 酵母細胞의 基本的構造는 eukaryotic이라는 點에서 高等生物과 비슷하므로 高等生物을 더욱 理解하는데 있어서는 酵母는 興味있는 生物입니다. 이렇게 말씀드리는 것은 酵母는 由來를 달리하는 菌類의 모임이고 또 G, 含量의 點으로 보아도 여러가지 多樣性이 期待되는 것이기 때문입니다.

이상의 理由로서 酵母의 研究는 應用微生物의 分野뿐만 아니라 生物學的으로도 興味있는 일로 생각하는 바입니다.