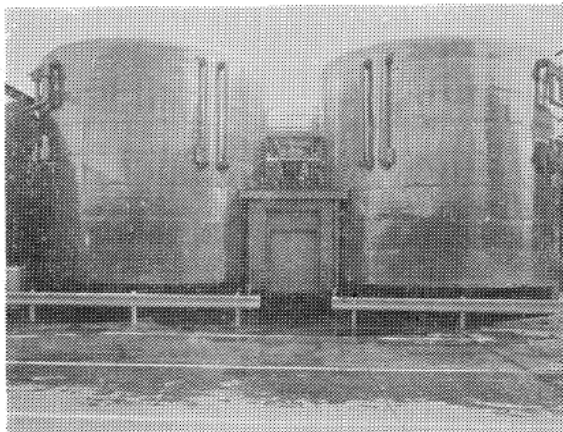


# 躍進する我ビール工業技術

朝日麦酒株式会社\* 夜久 亢 宥

近年、醸酵タンクのスケールアップが話題となり、醸酵工業ばかりでなく、醸造酒の分野にも、タンクの大型化が進行しつつある。ビール工場は、通常、低温庫のなかに、18~72kl (100~400石) のタンクを入れて醸造しているが、当社では、新方式による、400kl (2200石) の巨大な屋外醸酵貯酒タンクを開発して、消費の増加に対処し、質的向上をはかっている。この大型タンクの建



設に至った動機、背景を展望しつつ、その概要を紹介する。

その前に、日本のビール事情について簡単に記すと、我が国にビールが渡来したのは、1853年ペリーの浦賀来航の時である。近代日本の黎明期に伝わったビールは、その後、百年にわたって日本人の生活に定着し、今や世界で5指に入るビール生産国となっている。明治初年のビール工業は、1.8~5.4kl (10~30石) 程度の木樽で手工業的生産をしていた。当時、欧州では、産業革命に端を発した機械文明が軌道に乗った時期で、ビール醸造技術上も、新しい発明が次々行なわれた。1875年、リンデが冷凍機を発明し、年間を通じて醸造が可能となったが、それまでは、地下室や岩山の横穴に氷を入れ、低温に保っていたのである。現に、チェコスロバキアのピルゼン地方では、延20km にわたるトンネル内で、今もビールを醸造している。ビールの低温殺菌法をパスツール教授が確立したのが、1871年であり、濾過機の発明が1878年であった。このように、約80年前に手工業生産から工場

生産が可能となり、生産量も増加して来ていた。

国内ビール生産高は明治21年に72kl (400石)、41年に25,000kl (14万石)、大正13年に158,000kl (88万石) と増加し、昭和3年には162,000kl (90万石)、14年には311,000kl (173万石) に達したが、第二次大戦後は、昭和初年の状態から再出発し、38年には180万kl (1000万

表1 日本全国ビール出荷高 (単位万石)

昭和25年	30	35	36	37	38	39	40	41
91	224	510	683	822	935	1105	1105	1173

表2 1967年度世界主要ビール生産国 (単位十万KL)

米国	東ドイツ	西ドイツ	英国	ソビエト	日本	カナダ	フランス	チェコ
122	90	49	31	21	20	19	19	

石) を突破し、なお、近い将来360万kl (2000万石) に達すると想定されている。

## ◎ 屋外醸酵貯酒タンク開発の動機と背景

昭和30年から、40年までのビール消費の平均伸び率は17.2%と、清酒の8.6%を大きく上廻っている<sup>1)</sup>。このため、既設工場の増強と合わせて、新工場の建設を行ない、消費の急激な増加に対処して来たが、この際、従来のビール工場の概念からは大きく前進した、屋外巨大

表3 酒類課税別移出数量 (単位 KL)

	昭和30年	昭和40年
清酒	507,274	1,158,888
合成清酒	132,396	74,011
しょうちゅう	248,279	172,954
甲類	30,638	44,030
乙類	9,266	15,619
みりん	405,837	1,985,154
ビール	42,234	117,187
その他		
合計	1,375,924	3,567,843

\*兵庫県西宮市津門大塚町11番52号

表4 酒類課税別移出割合(単位%)

	昭和30年	昭和40年
清 酒	36.9	32.5
合 成 清 酒	9.6	2.1
しょうちゅう 甲類	18.0	4.8
ビ ー ル	29.5	55.6
洋 酒	3.1	3.3
そ の 他	2.9	1.7
計	100.0	100.0

タンクによる醸造方式を採用したのである。

ビールを醸造するには、多くの醗酵、貯酒タンクを必要とし、工場新設には1800kl(1万石)当り1億円以上を要すると云われている。日本の麦酒工場は、通常、9万klから18万klゆえ、その投資額は莫大である。ビールは香味が第一であり、そのためには、必要な醗酵日数や、熟成期間を置かねばならず、設備の回転率を上げるのにも限度がある。その期間の短縮を狙って、連続醗酵に至るさまざまな試みが行なわれているが、まだ優れた品質のビールを得る実用的手法には程遠く、世界でも特殊な例があるにすぎない。依って、生産能力を増すには、工場の増新設しかない。これまでのビール工場では、醗酵タンクは18~72kl(100~400石)で、貯酒タンクは、18~32kl(100~200石)であった。このような小さいタンクを数多く、低温に保った大きな建物内に据えるのでは、建設費も嵩み、労力、運転費も高くならざるを得ない。醗酵タンクは温度調節を行なうが、貯酒タンクは室温で冷却するので、タンクの大きさ、形状も、建物の構造から来る制約が大きく、大型化にも限度があった。また、巨大タンクを作ることは、醸造技術面からも未解決の問題が残されていたのである。

かつて、第二次大戦中、大日本麦酒(朝日麦酒の前身)は海軍の命令で、四国の新居浜で航空燃料用ブタノールを至難とされていた醗酵法で生産することに成功したが、その時に360kl(2000石)の鉄製円筒タンクを使用した。同じ醗酵とはいえ、ビールとブタノールでは全く異質のものであるが、当時これに従事した技術者たちはこの経験から、ビールの大型醗酵タンクの実用化は不可能でないとして、実験、研究を重ねて来たのであった。

昭和37年には西宮工場において180kl(1000石)の醗酵タンク、100kl(550石)の貯酒タンクを据えて、巨大タンクの可能性を検討し、装置の開発、コントロール手段の試験を行ない、資料を集めていた。また醗酵、貯酒のいずれをも同じタンクで行なうには、それに応じた機能を1本のタンクが有していなければならない。これも10年来、各工場でテストを重ね、すでに実用タンクを据え

て実際に醸造を行なっていた。したがって昭和39年秋の増設には自信を持って屋外醗酵貯酒タンクの建設にふみ切ったのである。

◎ 屋外タンクの特徴

屋外タンクの新設に当って考慮したのは、1)建設期間の短縮、2)建設費の低減、3)附属設備の低減、4)運転費の低下、5)作業環境の改善であった。もちろん、品質に影響があってはならず、さらに良質のビールができればなお望ましいわけである。我国では、ビールの需要の季節差はまだ大きく、夏の需要期に工事を行なうのは困難である。したがって、建設期間の短縮は至上の要求となる。仮に、年産36,600kl(20万石)能力の工場を考えると、従来のごとく建物から造っていたのでは図1の通り

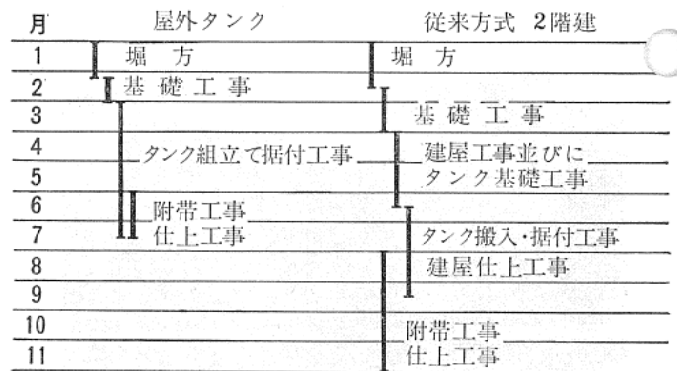


図1 建設期間比較

表5 建設費、設備費比較

形 式 年 産	屋外タンク 366,000 HL	従来方式2階建 366,000 HL
醗酵タンク	3,700 HL 3本	1,390 HL 8本
貯酒タンク	4,000 HL 9本	1,125 HL 32本
全 容 量	47,100 HL	47,120 HL
所要面積 HL/m <sup>2</sup>	43.6	36.8
構 築 費 円/HL	556.0	658.0
同 上 比 較 (%)	84.5	100.0
タンク本体 円/HL	4,345	7,048
附 属 装 置	43	56
据 付 費	906	3,596
冷 却 装 置	319	435
配 管 費	30	47
電 気 設 備	166	189
そ の 他	8	9
小 計	5,817	11,380
設 備 費 比 較 %	51.1	100.0
費 用 総 計	6,373	12,038
同 上 比 較	52.9	100.0

11ヶ月近くの日時を必要とするが、屋外タンクならば7ヶ月半で完成する。タンク1本当りの容量が大きいから、建設費が低下するのは当然で、比較すると表5のごとくである。すなわち、屋外タンクに要する土地のコストは従来方式の二階建に比し、15%少なくて済む。もちろん、タンクを屋上に建てることも可能で、現在この方式で工事を行なっている。設備費は従来51%、費用総計で53%と従来約半分で済む。運転費も表6の通り冷却費で54%、人件費で50%にすぎない。このように屋外タ

表6 運転費比較

	屋外タンク	従来方式
醗酵熱冷却 Kcal/HL	1,278	1,278
ビールの冷却 "	950	950
熱損失 "	262	1,551
合計所要冷却量 "	2,490	3,779
同上比較 %	66	100
冷却コスト 円/HL	6. <sup>06</sup>	11. <sup>16</sup>
同上比較 %	54	100
人件費 円/HL	6. <sup>36</sup>	12. <sup>72</sup>
同上比較 %	50	100
運転費合計 円/HL	12. <sup>42</sup>	23. <sup>88</sup>
同上比較 %	52	100

ンクは経費の点で極めて有利であるばかりでなく、作業環境も著しく改善される。今までの低温作業場では洗滌その他、水を多く使う仕事は極めてやり難く、冷たく湿った室内で重い防寒衣を着ての作業では、高能率は期待し得べくもない。ビールを造るには、ビール自体が必要な温度に制御できれば充分なのであって、室全体を低温にすることはない。また、屋外タンクは密閉して外気を断ち、高性能の自動洗滌装置で洗滌するので、有害菌の汚染の怖れは皆無となり、ビールの生命である純粋性はより厳密に保たれる。良いビールを造るのに必要にして十分な機能を有しておればよいわけである。

### ◎ 屋外タンクの概要

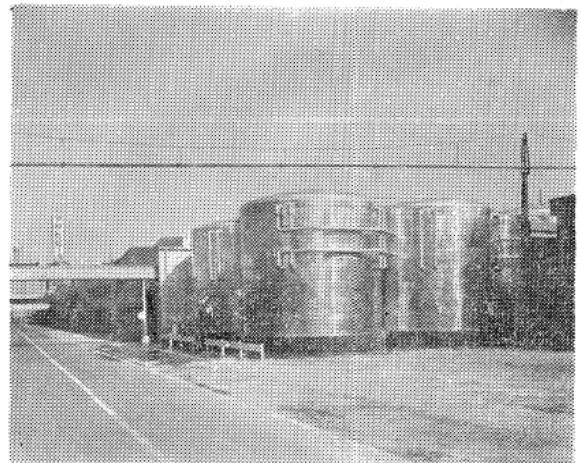
現在、我社は各工場に各規模の屋外タンクを持っているが、いずれも、既存のタンク概念を超えた巨大なもので、昔のビール工場を知る人には今昔の感がある。中でも、北海道朝日工場は完全に屋外タンクのみで醸造している世界唯一の工場である。

西宮工場の屋外タンクを例として、その概要を説明すると、高さ8m、直径8.3m、容量400klでこれまでの貯酒庫のはぼ1庫分の量に当たる。材質はSUS 27で厚さは

表 7

工場名	高さ m	直径 m	容量 HL	本数
吾妻橋	8.87	5.00	1,570	12
西宮	8.00	8.30	4,000	10
博多	10.26	4.90	1,750	20
北海道朝日	8.22	4.30	1,000	64
	8.46	4.57	1,240	
東京大森	建設中			

4~6mmである。温度制御のため、外部にジャケットを有し、冷媒は25%のプロピレングリコール溶液である。ビールの醗酵はエキス分の70%近くを短時日に醗酵してアルコールにする主醗酵と、0℃以下の低温でゆっくり熟成させる貯酒とに分かれており、両者の醗酵熱には、大きな違いがある。このいずれの場合でも、大容量のビールの温度管理を確実にこなすために、冷却面積、ジャケット位置、その他に細かい配慮が施してある。タンク本体および、ジャケットの断熱には、フォームグラスおよび、発泡ポリウレタンを用い、外側をアルミ板で覆って、風雨を防いでいる。附属装置としては、水封器、タンクを保護する負圧安全装置や温度制御装置がある。



ビールはCO<sub>2</sub>を多量に含んでいる。これは、貯酒中にタンクの圧力を0.4~0.5気圧に調節して溶けこませるのだが、従来は、このため1本毎にスプンドアパレートと称する圧力弁を取りつけていたので、数が多く、管理が難かしく不正確になりやすかった。屋外タンクは高さが8~10mあるので、表面と底部との間に約1気圧の圧力差があり、CO<sub>2</sub>含量は0.43%~0.58%と変化しており、平均して取り出すと丁度よいCO<sub>2</sub>含量のビールが

得られる。したがって、タンクに圧力をかけなくてよいので、タンク本体は液圧に耐えるのみでよく、薄い板厚ですむ。ただし、内面洗滌を容易にするために内部構造が全くないので、圧潰を防ぐ安全装置が必要なのである。

屋外タンクの利点をまとめると、①醗酵、貯酒、いずれにも使える。②作業管理が行き届き、小容量のタンク多数を用いるより均質なビールが得られる。③洗滌、殺菌が容易で、有害菌汚染がなく、微生物的に純粋に保てる。④建設期間が短かく、諸経費が格段に安い。⑤ビールのみを冷却するので、エネルギーロスがない。⑥作業環境が改善され、操作回数も少なく、労力が非常に節約できる。

### ◎ ビール品質上の優位性

このように、ビール醸造技術史にエポックを劃した屋外タンクは、それなりに多くの技術的に解決を要した点があった。2, 3の例をあげて見よう。

その1つは、醗酵タンクの深さである。従来から醗酵タンクの深さは2mまでと云われて来たが、屋外タンクはやり方さえ正しければ、それ以上深くても作業上、品質上全く支障のないことを証明した。

表8 主醗酵中の外観エキス経過

日数	上部	中央	底部
1	+0.04%	9.66%	-0.04%
2	+0.04	9.20	+0.02
3	+0.10	7.05	-0.10
4	+0.04	4.73	-0.06
5	+0.06	4.12	+0.06
6	+0.08	3.33	+0.14
7	-0.01	2.90	±0.00
8	+0.13	2.25	-0.12

表9 貯酒中の外観エキス経過

日数	上部	中央	底部
1	+0.02%	2.00%	-0.03%
15	-0.05	1.80	±0
40	-0.01	1.69	+0.01

表8, 表9は主醗酵および、貯酒中のエキス分の減少経過をタンクの上中下3点で測定した値で、均一に醗酵が進行しているのを示している。また同じ麦汁を全く均

表10 ビール化学分析例

		屋外タンク			従来タンク		
		上部	中央	底部	上部	中央	底部
外観エキス	%	1.70	1.70	1.70	1.70	1.71	1.70
アルコール	wt%	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.63
色度 (EBC)		5.4	5.4	5.4	5.6	5.4	5.4
Diacetyl	mg/l	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08
H <sub>2</sub> S	γ/l	13	10	12	13	12	12

等に屋外タンクと従来タンクとに分けて醸造したビールは、化学分析の結果、差を見出さなかったばかりか、官能検査では優れていた。ビール原料の大麦やホップには、タンニンがあり、ビール中に移行すると渋味の因となる。この渋味と苦味とがよく混同されるのだが、タンニンは醗酵中に蛋白と結合し、あるいは、樹脂状のデッケ(泡蓋)となって除かれる。屋外タンクは、この除去効果がよく、渋味のない爽やかな苦味をもつビールができる。ビールに渋味があると、CO<sub>2</sub>の刺戟とホップの苦味からくる爽快感を失ない、ごつごつした味となる。

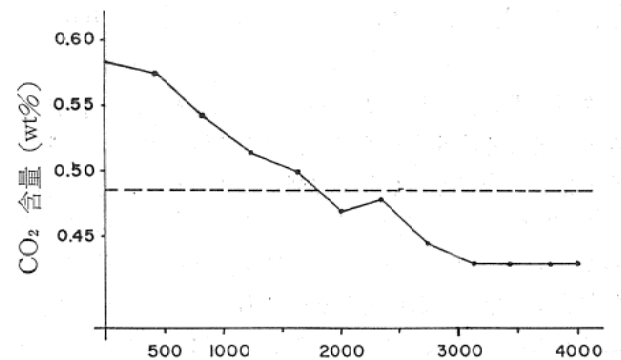


図2 屋外タンクの液深による CO<sub>2</sub> 含量の差

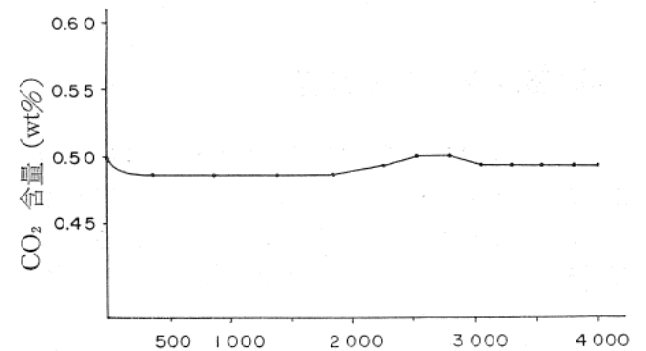


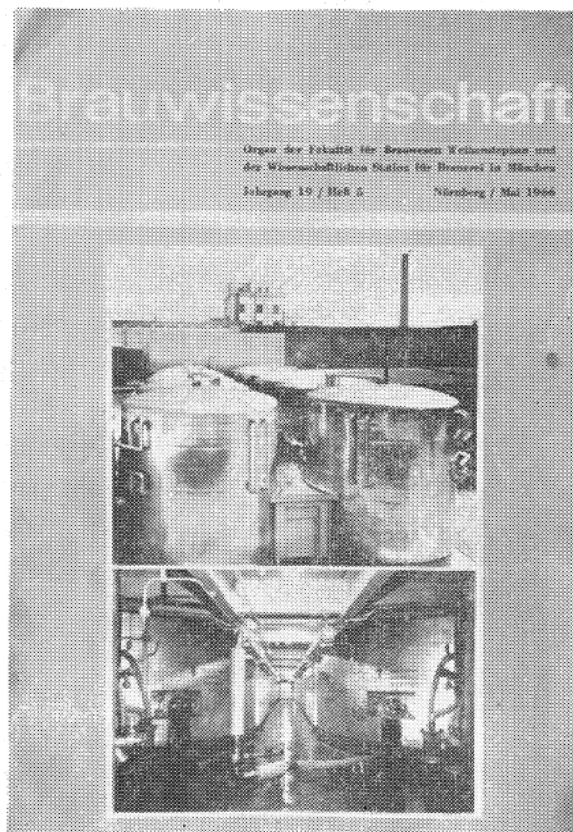
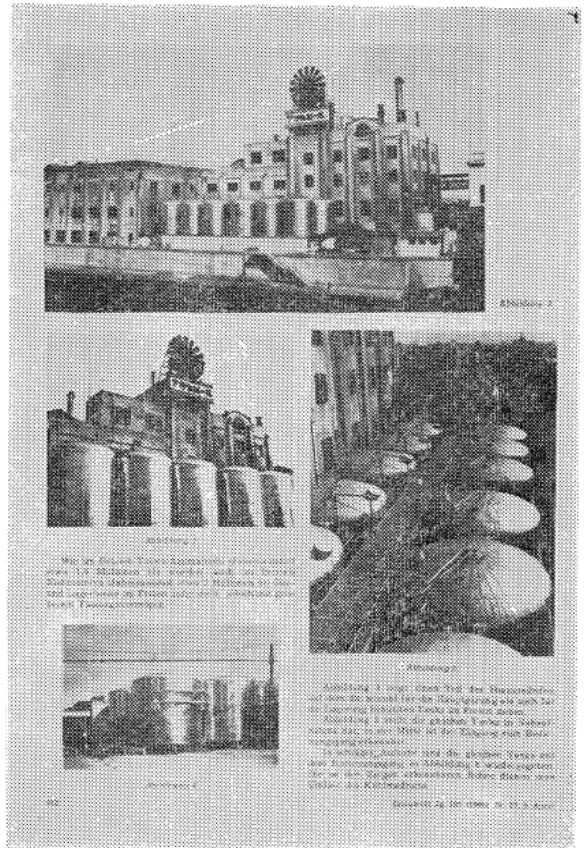
図3 ビール取出し装置を用いたビール CO<sub>2</sub> 含量

その2はCO<sub>2</sub>の含量である。従来の直径3mの円筒横置型タンクでも、上部と底部とで0.05%の差がある。これは味覚上明らかに区別のつく値であるが、屋外タンクでは深いだけにその差が大きいことは既述した通りである。しかし、これを平均して取り出すと、図2のごとき差のあるビールが、図3のごとく従来のビールより却って均一にすることができる。

つぎに、大容量タンクでの温度管理がある。これについては、本年5月、東ドイツで開かれる東欧圏醸造学会で大型タンクの熱収支や温度分布について、詳細に発表する予定であるが、興味ある事実が見出されている。

### ◎ 海外の反響

すでに述べて来たごとく、当社の屋外タンクは多くの特徴を備えており、世界の視聴を集めたのは当然で、ビールの世界的権威であるDe Clerck 教授（ルーバン大学教授・欧州醸造会議（European Brewery Convention）会長）ならびに Kleber 博士（ミュンヘン醸造試験所長）により、劃期的な技術革新であるとして、ベルギーの醸造誌<sup>2)</sup>および、ドイツの醸造誌<sup>3)</sup>に掲載された。このため、世界の醸造界の注目を浴び、デンマークのツボルグビール会社を初め、ドイツ、アメリカなど世界各地よりビールの権威の見学者をみた。また、両博士が詳細に視察された結果、昨年5月マドリッドで開催された欧州醸造会議



(EBC)において当社よりその詳細を発表した<sup>4)</sup>。この報告は非常な反響を呼び、欧州随一の醸造機械メーカーであるチーマン社との間に特許実施契約が決った。近々、フランスに欧州最初の日本のビール技術による屋外タンクが建設されるとのことである。明治以来百年、欧州より教えを受けて来た日本が、逆に教えを乞われる立場に立ったのである<sup>5)</sup>。昭和40年の夏、米国のフェルスタッフ社が、同規模の屋外タンクを建設中であり、それは貯酒専用であると報じて来た<sup>6)</sup>が、当時すでに我国では、屋外タンクで醗酵貯酒したビールが、市場に出されていたのである。

日進月歩で技術が進歩している今日、独自の力でこの巨大タンクを開発した技術水準は、世界のトップを行くものであろう。この屋外タンクに寄せる世界の関心の大きさは、今後の醸造界の方向を示すものして重大な意義がある。

### 文 献

- 1) 日本醸造協会雑誌 62 924 (1967)
- 2) De Clerck L' Echo De Brasserie Août (1965)
- 3) W. Kleber Brauwelt 27 481 (1965)
- 4) 高柳, 原田 EBC Proc. of the 11th Congress Marid (1967)
- 5) 高柳: 経済人 591 印刷中 8月号 (1967)
- 6) K. Ladenburg; Brewers Digest July (1965)