

## 樺太ツンドラの利用に關する研究（第2報）

### ツンドラの酸糖化及糖化液の酒精醱酵（其1）

志 方 研 究 室

農學博士 志 方 益 三

農 學 士 辰 巳 忠 次

### 緒 言

樺太ツンドラの利用に就ては著者等の研究室に於て數年來研究を行つてゐるが、特に人造板の製造に關しては共同研究者の1人(志方)の電氣界面攪亂法の發明並に之が理論研究の進行に並行して工業化せんとする情勢に達してゐる。又活性炭素の製造、有機質肥料の製造、可塑體原料の製造等も既に相當研究が進められてゐる。所が上記の利用法に於ては困難なる脱水工程を経ねばならぬ。著者等はそのままを原料として出發する利用法の一として即ち酸糖化を行ひ得たる糖化液の醱酵に關する研究に着手した次第である。

木材、藁等から酒精を製造するには夫等の含有する纖維素を加壓下にて酸を以て加水分解し纖維素を醱酵性糖分に變じて後糖化液を醱酵せしめるのである。酸を以て纖維素を糖化するのに濃厚なる酸を使用する方法と、稀薄なる酸を使用する方法との根本的に異る2法がある。前者は Scholler 法に依り、後者は Bergius 法に依り、歐洲に於て夫々工業化されてゐる。何れも一長一短あるも、Scholler 法は原料の性質に關しては、Bergius 法に比して甚しく自由であり、特に水分含量の多少や形狀の大小は左程吟味する必要はない。種々の鉋屑、鋸屑、樹皮片等は皆大規模の操作の原料に適し既に使用されてゐる。之等の場合原料の單價が非常に重要な問題である。樺太ツンドラは著者等の研究室の調査に依れば數百以上のツンドラ地帯のみにて約25萬ヘクタール包藏されてゐる。ツンドラは發達の地方に依て、又其の層位の部分に依て母植物組成並に化學的組成を異にしてゐるが、凡そ水ゴケが生成分にてスゲ、スギゴケ等數十種に互る蘚苔類並に灌木の植物からなつてゐる。従つてツンドラを纖維素原料として Scholler 法に依り糖化して、其の糖化液を酒精等の有用なる有機化合物或は酵母等の有用なる微生物の製造に利用せんとす。著者等は Scholler 法に依る研究に先立ち豫備實驗として次の實驗を行つた。

糖化に依り纖維素とヘミ纖維素とは大部分單純な糖類に分解す。即ち纖維素は醗酵性のヘキソース特に葡萄糖に、ヘミ纖維素は一部分は醗酵性糖類(葡萄糖、マンノース)、一部分は非醗酵性のペントースに分解す。糖化液中のペントースは醗酵を阻害するから現今の技術を以てしては酒精製造に際しては除去せねばならない。然るにヘミ纖維素は比較的低溫度にて糖化されるを以て、比較的高溫度にて糖化される纖維素と分割して糖化すれば夫々糖化液を有効に利用することが出来る。依て第1段の糖化は120~150°C、第2段の糖化は160~190°Cにて夫々行つた。良好なる糖生成量を得んがため、溫度、酸濃度、反應時間、酸液量等の重要なる因子間の關係を探求した。然して決定されたる最適糖化條件に依て得たる糖化液の酒精醗酵に就て實驗したる結果を爰に報告せんとす。

## 實 驗 之 部

### 〔1〕 試料に供せし樺太ツンドラの成分

本研究には昭和14年に敷香近傍の京都帝國大學化學研究所試驗地に於て採取せるツンドラを、風乾して後粉碎し篩60目を通じ100目に止まるものを試料とした。其の化學的成分は次の如くである。

| 第 1 表                    |       |
|--------------------------|-------|
| 水 分                      | 乾 物 量 |
| 16.07                    | 83.93 |
| 冷水可溶物                    | 28.72 |
| 1%苛性曹達可溶物                | 59.55 |
| アルコール・ベンゼン抽出物            | 7.54  |
| リ グ ニ ン                  | 30.28 |
| 粗 纖 維 素                  | 34.40 |
| 乾物100中 { 粗 α-纖 維 素       | 24.56 |
| { ペ ン ト ー ザ ン            | 13.43 |
| { 全 室 素                  | 0.75  |
| { 灰 分                    | 3.36  |
| { 還 元 糖 I <sup>1)</sup>  | 17.80 |
| { 還 元 糖 II <sup>2)</sup> | 29.91 |

- 1) 試料に100倍量の水と10倍量の25%鹽酸を加へ逆流冷却器を附して煮沸せる湯煎上にて2時間半加熱して得たる糖分
- 2) 還元糖Iを除去したる後の殘渣を Kiesel & Semiganwsky 氏法に依り定量せる糖分

### 〔2〕 第1次糖化 (比較的低溫度に於ける糖化)

使用せる硫酸の濃度は、0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0%の5種、加壓加熱分解溫度は、120, 130, 140, 150°Cの4種、分解時間は30, 60, 90分の3種、酸溶液使用量は原料に對し15倍(詳細

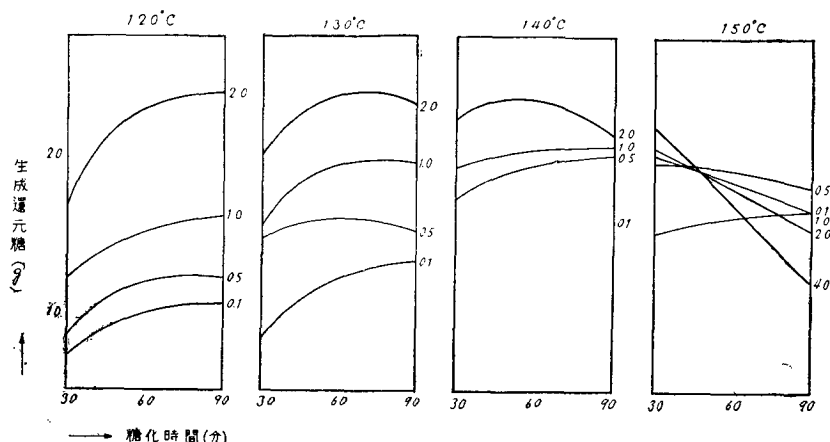
は後述する）である。

實驗方法：試料 4 g（今後試料は總て乾物として）に各濃度の硫酸溶液 80 cc を加へ 150 cc 容の三角瓶に入れ，綿栓を施し，加壓釜中にて所要温度の下に所要時間加熱分解した．糖化液を混別し，苛性曹達にて中和して還元性物質（今後單に還元糖と稱す）を定量した．還元糖の定量法は，Henry Lane 及び Lewiss Eynon 法に依り葡萄糖として表はした．實驗結果は次の如くである．（第1圖參照）

第 2 表

| 分 解<br>温 度<br>°C | 分 解<br>時 間<br>分 | 硫 酸<br>濃 度<br>% | 還元糖(試料100gよ<br>りの生成量)<br>g | 分 解<br>温 度<br>°C | 分 解<br>時 間<br>分 | 硫 酸<br>濃 度<br>% | 還元糖(試料100gよ<br>りの生成量)<br>g |
|------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|
| 120              | 30              | 0.1             | 7.06                       | 140              | 30              | 1.0             | 19.33                      |
| 〃                | 〃               | 0.5             | 8.87                       | 〃                | 〃               | 2.0             | 22.72                      |
| 〃                | 〃               | 1.0             | 11.88                      | 〃                | 60              | 0.1             | 13.06                      |
| 〃                | 〃               | 2.0             | 15.45                      | 〃                | 〃               | 0.5             | 19.05                      |
| 〃                | 60              | 0.1             | 10.04                      | 〃                | 〃               | 1.0             | 20.23                      |
| 〃                | 〃               | 0.5             | 12.33                      | 〃                | 〃               | 2.0             | 23.54                      |
| 〃                | 〃               | 1.0             | 15.07                      | 〃                | 90              | 0.1             | 16.01                      |
| 〃                | 〃               | 2.0             | 22.55                      | 〃                | 〃               | 0.5             | 20.38                      |
| 〃                | 90              | 0.1             | 10.44                      | 〃                | 〃               | 1.0             | 20.62                      |
| 〃                | 〃               | 0.5             | 12.18                      | 〃                | 〃               | 2.0             | 21.28                      |
| 〃                | 〃               | 1.0             | 15.81                      | 〃                | 〃               | 4.0             | 21.11                      |
| 〃                | 〃               | 2.0             | 23.01                      | 150              | 30              | 0.1             | 15.03                      |
| 130              | 30              | 0.1             | 7.91                       | 〃                | 〃               | 0.5             | 19.66                      |
| 〃                | 〃               | 0.5             | 14.76                      | 〃                | 〃               | 1.0             | 19.92                      |
| 〃                | 〃               | 1.0             | 15.28                      | 〃                | 〃               | 2.0             | 20.36                      |
| 〃                | 〃               | 2.0             | 19.54                      | 〃                | 〃               | 4.0             | 22.01                      |
| 〃                | 60              | 0.1             | 12.56                      | 〃                | 60              | 0.1             | 16.37                      |
| 〃                | 〃               | 0.5             | 16.20                      | 〃                | 〃               | 0.5             | 19.33                      |
| 〃                | 〃               | 1.0             | 19.99                      | 〃                | 〃               | 1.0             | 18.50                      |
| 〃                | 〃               | 2.0             | 23.91                      | 〃                | 〃               | 2.0             | 18.05                      |
| 〃                | 90              | 0.1             | 12.89                      | 〃                | 〃               | 4.0             | 16.45                      |
| 〃                | 〃               | 0.5             | 18.81                      | 〃                | 90              | 0.1             | 16.45                      |
| 〃                | 〃               | 1.0             | 19.22                      | 〃                | 〃               | 0.5             | 18.04                      |
| 〃                | 〃               | 2.0             | 23.31                      | 〃                | 〃               | 1.0             | 16.61                      |
| 140              | 30              | 0.1             | 13.29                      | 〃                | 〃               | 2.0             | 15.45                      |
| 〃                | 〃               | 0.5             | 17.28                      | 〃                | 〃               | 4.0             | 12.22                      |

第 1 圖



考察：第1次糖化の最適なる條件を以上の實驗結果から、1) 最小の硫酸濃度、2) 最小の分解時間、3) 最低の温度の三つの見地に立つて吟味すると、1) の條件では0.5%硫酸溶液を用ひ、140°C、90分の分解が還元糖20.38gを與へ、2) の條件では2%硫酸溶液を用ひ、140°C、30分の分解が還元糖22.72gを與へ、3)の條件では2%硫酸溶液を用ひ、120°C、90分の分解が還元糖23.10gを與へてゐる。

最高の還元糖を生成する條件は2.0%硫酸溶液を用ひ、130°C、60分の分解程度が最も適當ではないかと考へられる。

### 〔3〕 硫酸使用量と還元糖生成量との關係

上記實驗に於ては硫酸溶液の使用量は何れの場合も試料に對し15倍であつたが、今回は硫酸溶液量或は絶對量を種々變化して還元糖生成量に及ぼす影響を觀察した。

實驗方法：試料4gを150ccの三角瓶に入れ2.0%硫酸溶液30, 40, 60, 80cc(即ち溶液量は7.5, 10, 15, 20倍)を加へ綿栓を施し加壓釜中にて最適條件(130°C、60分の分解)の下に糖化を行つた。其の結果は第3表の如くである。

次に試料に對する硫酸の絶對量を同じくして硫酸溶液量を30, 40, 60, 80cc(即ち溶液量7.5, 10, 15, 20倍)を採り上記と同様な條件の下に

第 3 表

| 糖化を行つた。其の結果は4表の如くである。                     | 2%硫酸液<br>cc | 液量倍数 | 還元糖(試料100gよりの生成量)<br>g |
|-------------------------------------------|-------------|------|------------------------|
| 考察：第3表に依れば液量倍数が15以上になれば還元糖生成量が一定となつて來るが、夫 | 80          | 20   | 24.15                  |
| れ以下にては液量を減ずれば生成量が低下する                     | 60          | 15   | 23.97                  |
| 事を知つた。第4表に依れば糖化に於て試料に                     | 40          | 10   | 18.68                  |
|                                           | 30          | 7.5  | 16.20                  |

對する酸の絶對量が存在して居り、

酸溶液が此の酸の絶對量を含有し

て居る場合には液量倍數を 10 ま

で低下する事が出来る。従つて必

要に應じて糖濃度を高める事が出

来る。

第 4 表

| 硫 酸 量 | 硫酸溶液量 | 溶液倍數 | 還元糖 (試料100gよ<br>りの生成量) |
|-------|-------|------|------------------------|
| g     | cc    |      | g                      |
| 1.2   | 80    | 20   | 24.15                  |
| 〃     | 60    | 15   | 24.11                  |
| 〃     | 40    | 10   | 23.58                  |
| 〃     | 30    | 7.5  | 20.22                  |

#### 〔4〕 ツンドラの前處理と第1次糖化

酸糖化を最も有利に行はしめる條件としては使用する酸量を可及的に少からしむる事が必要である。勿論糖化液の濃度を低くすれば酸量は少なくて済むが、夫れには一定の限度がある。糖化液の濃度を一定とする場合使用する酸量を少なくするには種々の條件があらうが、豫め原料の組織を柔軟にし若くは破壊して多糖類を糖化され易い状態に導く事も一法であり、又不用物質を何等かの方法で除去する事も一法である。夫れが爲めは攪拌とか、酸滲透法とか種々の方法があらうが（之等に就ては設備の完成を俟つて行ふ積りである）、原料を蒸煮して組織を柔軟にし同時に溶解する不用物質を除去し、然る後糖化を行ふか又は原料を一定時間酸或はアルカリの溶液に浸漬し溶解するものを除去し、然る後糖化を行ふと云ふ方法も考へられる。依つて次に述べるが如き實驗を行つたのである。

##### （1） 熱水に依る前處理と第1次糖化

###### （i） 熱水に依る前處理

ツンドラを種々の溫度に於て水と蒸煮し可溶物質を溶出せしめ、残渣を糖化試料に供した。此の處理に於て減少量並に成分の變化を觀察した。

實驗方法： 試料 2 g に水 40 cc 或は 80 cc を加へ 150 cc 容の三角瓶に容れ綿栓を施し、100, 110, 120, 130, 140 °C に於て加壓釜中にて 1 時間蒸煮し然る後溫かい間に 3 號ガラスフィルターにて濾過し溫水にて充分洗滌して 100 °C にて乾燥し秤量して減少量を求む。次に之れを二等分し、一部はペントザンを、他の一部は還元糖 I の定量に供す。

實驗結果は次の如くである。

|           | 100 °C  |        | 110 °C |        | 120 °C |        | 130 °C |        | 140 °C |        |
|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 前處理溫度     |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 使用水量      | 40 cc   | 80     | 40     | 80     | 40     | 80     | 40     | 80     | 40     | 80     |
| 減少量       | 0.3910g | 0.4071 | 0.4274 | 0.4159 | 0.4910 | 0.4891 | 0.5830 | 0.5902 | 0.6877 | 0.7144 |
| 減少率       | 23.00%  | 24.00  | 25.20  | 24.52  | 28.94  | 28.84  | 34.37  | 34.70  | 41.72  | 42.11  |
| 處理後のペントザン | 0.0814g | 0.0798 | 0.0862 | 0.0850 | 0.0662 | 0.0679 | 0.0582 | 0.0547 | 0.379  | 0.0389 |

|            |          |       |        |       |        |       |        |       |       |       |
|------------|----------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| ペントザン残存率   | 73.19%   | 70.07 | 75.68  | 75.03 | 58.10  | 59.64 | 50.70  | 48.03 | 34.40 | 32.98 |
| 処理後の還元糖 I  | 0.2238 g | —     | 0.2230 | —     | 0.2038 | —     | 0.1884 | —     | —     | —     |
| 還元糖 I の残存率 | 74.76%   | —     | 73.33  | —     | 67.75  | —     | 62.92  | —     | —     | —     |

考察： 上表に依り實驗結果を考察するに、蒸煮に依る試料の減少量は蒸煮温度 120°C 附近より次第に増加し、ペントザン及び還元糖 I の損失量は蒸煮温度 110°C を界として温度の上昇と共に急激に増大する事を知つた。 従つて水との蒸煮に依る前處理操作は 100°C 附近に於て適當と思はれるが、今後の糖化及び醱酵試験を俟つて決定さるべきである。

## (ii) 熱水處理せるツンドラの第 1 次糖化

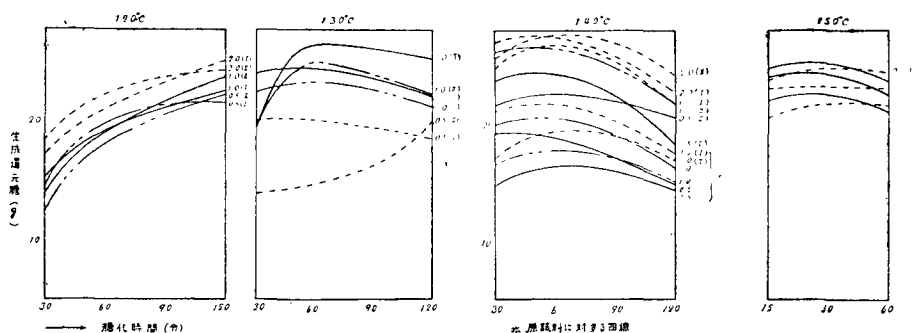
使用せる試料はツンドラを 100°C 及 130°C に於て夫々蒸煮することに依る前處理を施せるものにして、兩試料の成分は前記實驗結果に於て知る如く可成り異つてゐる。 従つて次の如き條件の下に糖化を行ひ比較検討した。 硫酸濃度は 0.5, 1.0, 2.0 % の 3 種、加壓加熱分解温度は 120, 130, 140, 150°C の 4 種、分解時間は 30, 60, 120 分の 3 種、酸溶液量は試料の 10 倍である。

實驗方法： ツンドラ 400 g を 5 l 容の圓底フラスコに採り、水 8000 cc を加へ、i) 逆流冷却器を附して煮沸水中に於て、ii) 加壓釜中にて 130°C に於て夫々 1 時間加熱したる後温かい間に流過し水洗して乾燥粉碎し、夫々試料 I 338.00 g, 試料 II 292.00 g を得た。

以上の如く調製せる試料を 2 g 宛採り、各濃度の硫酸溶液を 20 cc 加へ 100 cc 容の三角瓶に入れ綿栓を施し加壓釜中にて所要温度の下に所要時間加壓加熱分解した。

實驗結果は次の如しである。(第 2 圖参照)

第 2 圖



第 6 表

| 分解温度<br>°C | 分解時間<br>分 | 硫酸濃度<br>% | 還元糖 (試料 100 g 当り)<br>の生成量 |         | 還元糖 (原試料 100 g 当り)<br>の生成量 |         |
|------------|-----------|-----------|---------------------------|---------|----------------------------|---------|
|            |           |           | 試料 I                      | 試料 II g | 試料 I                       | 試料 II g |
| 120        | 30        | 0.5       | 14.29                     | 12.60   | 11.29                      | 8.29    |

志方・辰巳：樺太ツンドラの利用に関する研究（第2報）

|     |     |     |       |       |       |       |
|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| 〃   | 〃   | 1.0 | 15.09 | 14.33 | 11.80 | 9.82  |
| 〃   | 〃   | 2.0 | 16.56 | 17.75 | 12.97 | 12.15 |
| 〃   | 60  | 0.5 | 19.85 | 17.90 | 15.48 | 12.26 |
| 〃   | 〃   | 1.0 | 19.29 | 19.28 | 15.05 | 13.20 |
| 〃   | 〃   | 2.0 | 20.90 | 22.25 | 16.31 | 15.20 |
| 〃   | 120 | 0.5 | 21.99 | 22.32 | 17.13 | 15.28 |
| 〃   | 〃   | 1.0 | 22.73 | 23.72 | 17.72 | 16.23 |
| 〃   | 〃   | 2.0 | 25.11 | 23.96 | 19.58 | 16.37 |
| 130 | 30  | 0.5 | 20.05 | 13.64 | 15.64 | 9.24  |
| 〃   | 〃   | 1.0 | 22.14 | 18.65 | 17.29 | 12.77 |
| 〃   | 〃   | 2.0 | 23.73 | 18.57 | 18.48 | 12.71 |
| 〃   | 60  | 0.5 | 19.92 | 14.63 | 15.55 | 10.71 |
| 〃   | 〃   | 1.0 | 23.06 | 25.11 | 18.03 | 17.18 |
| 〃   | 〃   | 2.0 | 24.23 | 26.16 | 18.91 | 17.86 |
| 〃   | 120 | 0.5 | 18.79 | 20.07 | 14.62 | 14.17 |
| 〃   | 〃   | 1.0 | 21.52 | 22.04 | 16.78 | 15.07 |
| 〃   | 〃   | 2.0 | 22.33 | 25.10 | 17.39 | 17.18 |
| 140 | 30  | 0.5 | 23.03 | 21.43 | 18.99 | 14.67 |
| 〃   | 〃   | 1.0 | 25.47 | 23.71 | 19.88 | 16.22 |
| 〃   | 〃   | 2.0 | 26.36 | 24.91 | 20.52 | 16.94 |
| 〃   | 60  | 0.5 | 23.83 | 22.56 | 18.48 | 16.11 |
| 〃   | 〃   | 1.0 | 26.10 | 25.88 | 20.22 | 17.72 |
| 〃   | 〃   | 2.0 | 27.30 | 27.31 | 21.30 | 18.70 |
| 〃   | 120 | 0.5 | 18.48 | 20.68 | 14.43 | 14.10 |
| 〃   | 〃   | 1.0 | 21.52 | 21.56 | 16.78 | 14.72 |
| 〃   | 〃   | 2.0 | 22.03 | 24.10 | 17.20 | 16.49 |
| 150 | 15  | 0.5 | 21.61 | 21.06 | 16.89 | 14.98 |
| 〃   | 〃   | 1.0 | 23.50 | 22.67 | 18.33 | 15.53 |
| 〃   | 〃   | 2.0 | 24.18 | 23.21 | 18.78 | 15.89 |
| 〃   | 30  | 0.5 | 22.00 | 21.43 | 15.06 | 14.67 |
| 〃   | 〃   | 1.0 | 23.80 | 22.84 | 18.57 | 15.65 |
| 〃   | 〃   | 2.0 | 24.57 | 23.95 | 19.24 | 16.43 |
| 〃   | 60  | 0.5 | 20.69 | 21.23 | 16.13 | 14.55 |
| 〃   | 〃   | 1.0 | 22.15 | 22.66 | 17.21 | 15.51 |
| 〃   | 〃   | 2.0 | 22.99 | 23.96 | 18.65 | 16.27 |

考察：第1次糖化の最適なる條件を以上の實驗結果から 1) 最小の硫酸濃度，2) 最小の分解時間，3) 最低の温度の三つの見地から吟味するに，1) の條件では試料Ⅰの場合 0.5%硫酸

溶液を用ひ、140°C、60 分の分解が還元糖 23.83 g、試料Ⅱの場合も同じ条件で還元糖 22.56 g を與へ、2) の条件では試料Ⅰの場合 2%硫酸溶液を用ひ、140°C、60 分分解が還元糖 26.36 g、試料Ⅱの場合も同じ条件で還元糖 24.71 g を與へ、3) の条件では試料Ⅰの場合 2%硫酸溶液を用ひ、120°C、120 分分解が還元糖 25.11 g、試料Ⅱの場合も同じ条件で還元糖 23.96 g を與へてゐる。

以上より觀察するに試料Ⅰ、Ⅱは糖化条件は殆ど同じであることを知つた。最高還元糖を得るには 2%硫酸溶液を用ひ、140°C、60 分の加壓加熱分解が最も適當であると考へらる。

## (2) アンモニア溶液に依る前處理と第 1 次糖化

### (i) アンモニア溶液に依る前處理

ツンドラを種々の濃度のアンモニア溶液に浸漬して可溶物質を溶出せしめ、残渣を糖化試料に供した。此の處理に於て減少量並に成分の變化を觀察した。

實驗方法：試料 4 g を 50 cc 容の遠心分離用硝子管に採り、0.25~35%の種々の濃度のアンモニア溶液 40 cc を加へ、室温にて 24 時間放置したる後遠心分離器に依り浸出液を分離し、残渣を水洗して 3 號ガラスフィルター上に移し 100°C にて乾燥して秤量し減少量を求む。次に之等より各 1 g 宛を採りペントザン及び還元糖Ⅰの定量に供す。

實驗結果は次くである。

第 7 表

| アンモニア溶液濃度 % | 減少量 g  | 減少率%  | 處理後のペントザン g | ペントザン殘存率 % | 處理後の還元糖Ⅰ g | 還元糖Ⅰ殘存率% |
|-------------|--------|-------|-------------|------------|------------|----------|
| 0           | 0.9160 | 6.90  | 0.0810      | 56.11      | 0.2033     | 87.54    |
| 0.25        | 0.9108 | 6.63  | 0.0766      | 53.19      | 0.2001     | 87.15    |
| 0.50        | 1.1346 | 13.50 | 0.0874      | 56.44      | 0.1944     | 79.90    |
| 0.75        | 1.1998 | 15.47 | 0.0844      | 53.08      | 0.2009     | 79.51    |
| 1.00        | 1.2935 | 18.29 | 0.0799      | 48.58      | 0.2152     | 78.61    |
| 2.50        | 1.3235 | 19.20 | 0.0711      | 42.74      | 0.2023     | 75.61    |
| 5.00        | 1.2306 | 16.40 | 0.0729      | 45.34      | 0.2009     | 74.16    |
| 7.50        | 1.3461 | 19.88 | 0.0466      | 27.79      | 0.1982     | 78.16    |
| 10.00       | 1.2873 | 18.15 | 0.0775      | 45.37      | 0.1502     | 68.88    |
| 15.00       | 1.2873 | 18.11 | 0.0875      | 53.31      | 0.1519     | 69.17    |
| 25.00       | 1.4249 | 22.21 | 0.0815      | 47.17      | 0.2208     | 75.63    |
| 35.00       | 1.2984 | 18.39 | 0.0350      | 21.25      | 0.2637     | 85.85    |

考察：上表に依り實驗結果を考察するに、アンモニア溶液に依る試料の減少量は 0.5%アンモニア溶液を使用せる場合より急激に増加し、爾後アンモニア溶液濃度の増加と共に漸次増加するも、大體に於て減少率は 18%前後である。残渣中のペントザン及び還元糖Ⅰの含有量はア

ンモニア溶液濃度の増加と共に減少するが、ペントザンは 0.5 %アンモニア溶液を使用せる場合を又還元糖 I は 2.5 %アンモニア溶液を使用せる場合を限界とせる如く觀察される。

要するに減少率並にペントザン及還元糖 I の含有量を考慮して、0.25~0.5 %アンモニア溶液を使用せる場合即ち試料 100 g に対しアンモニア 2.5~5 g を使用せる場合が適當と思はれる。然し今後の糖化並に醗酵試験を俟つて決定さるべきである。

## (ii) アンモニア處理せるツンドラの第1次糖化

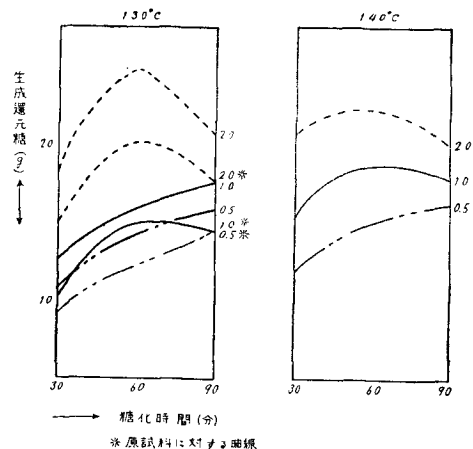
使用せる試料はツンドラをアンモニア溶液を以て前處理せるものにて、次の如き條件の下に糖化を行ひ比較検討した。硫酸濃度は 0.5, 1.0, 2.0 の3種、加壓加熱分解温度は 130, 140°C の2種、分解時間は 30, 60, 90 分の3種、酸溶液量は試料の 7.5 倍である。

實驗方法：ツンドラ 400 g を採りアンモニア 20 g を含有する水 4000 cc を加へ一晝夜浸漬して後濾過洗滌し、乾燥粉碎して残渣 367.92 g を得た。之れは試料に對して 84.53 %である。

以上の如く調製せる試料を 2 g 宛採り各濃度を 20 cc 加へ 100 cc 容の三角瓶に入れ綿栓を施し加壓釜中にて所要温度の下に所要時間加壓加熱分解した。

實驗結果は次の如くである。（第3圖参照）

第 3 圖



第 8 表

| 分解温度<br>°C | 分解時間<br>分 | 硫酸濃度<br>% | 還元糖(試料100gよりの生成量)<br>g | 還元糖(原試料100gよりの生成量)<br>g |
|------------|-----------|-----------|------------------------|-------------------------|
| 130        | 30        | 0.5       | 10.39                  | 8.82                    |
| 〃          | 〃         | 1.0       | 12.74                  | 10.77                   |
| 〃          | 〃         | 2.0       | 18.87                  | 15.95                   |
| 〃          | 60        | 0.5       | 14.44                  | 12.21                   |
| 〃          | 〃         | 1.0       | 16.03                  | 14.06                   |
| 〃          | 〃         | 2.0       | 24.37                  | 20.60                   |
| 〃          | 90        | 0.6       | 16.65                  | 13.99                   |
| 〃          | 〃         | 1.0       | 17.46                  | 14.76                   |
| 〃          | 〃         | 2.0       | 20.65                  | 17.46                   |
| 140        | 30        | 0.5       | 12.00                  | 10.14                   |

|     |    |     |       |       |
|-----|----|-----|-------|-------|
| 140 | 30 | 1.0 | 15.20 | 12.85 |
| 〃   | 〃  | 2.0 | 21.31 | 18.01 |
| 〃   | 60 | 0.5 | 15.52 | 13.12 |
| 〃   | 〃  | 1.0 | 18.66 | 15.77 |
| 〃   | 〃  | 2.0 | 22.37 | 18.91 |
| 〃   | 90 | 0.5 | 16.15 | 13.65 |
| 〃   | 〃  | 1.0 | 17.75 | 15.00 |
| 〃   | 〃  | 2.0 | 19.14 | 16.18 |

考察： 第1次糖化の最適なる條件を以上の實驗結果から、1) 最小の硫酸濃度、2) 最小の分解時間、3) 最低の温度の三つの見地から吟味するに、1) の條件では0.5%硫酸溶液を用ひ、130°C、90分の分解が還元糖 16.65 g を與へ、2) の條件では2%硫酸溶液を用ひ 140°C、30分の分解が還元糖 21.31 g を與へ、3) の條件では2%硫酸溶液を用ひ 130°C、60分の分解が還元糖 24.37 g を與へてゐる。最高還元糖を得るには2%硫酸溶液を用ひ 130°C、60分の加壓加熱分解が最も適當であると考へらる。

糖化實驗は以上の如くなるも糖化液は醱酵に使用するを目的とするため、無處理のもの、熱水處理のもの及びアンモニア處理のものを比較検討すべきであるが、酸の使用量、糖化液の還元糖濃度及び糖化操作の難易等を考慮して前處理せるものが良好であると思はる。

#### 〔5〕 第1次糖化液の酒精醱酵

無處理ツンドラ、熱水處理ツンドラ及びアンモニア處理ツンドラを夫々上記實驗に於て決定された第1次糖化の最適條件を以て糖化し、得たる糖化液を濃液、中和し榮養分を添加したる後酒精醱酵を行はしめ、こゝに其の實驗結果を報告す。各3回宛實驗を行ひたるを以て比較記述す。

##### (1) 無處理ツンドラを試料とせる場合

糖化： ツンドラ 100 g に2%硫酸溶液 1500 cc を加へ加壓釜中にて 130°C、60 分の加壓加熱分解の後液過し水 750 cc を以て洗滌して得たる濾液即ち糖化液を  $P_H=4.5$  迄石灰乳にて中和し、濾過し濾液は含有還元糖約 10% になる迄濃縮す (減壓下、50°C 以下)、再び濾過して  $K_2HPO_4$  にて  $P_H=5$  となし、約 200 cc の糖化液を得た。之れに榮養分として  $(NH_4)_2HPO_4$  0~1,  $(NH_4)SO_4$  0~2,  $MgSO_4$  0.05% 及 Oryzanin 液 0.025 cc/100 cc を添加し液量を 200 cc となし醱酵用糖液に供した。尙濃縮に依る還元糖の損失は約 7% である。

上記醱酵用糖液は (i) 20 cc, (ii) 180 cc の2部分に分割し、常法に依り蒸氣殺菌醱酵す。

醱酵： 工程は次の如くである。

- 1) 斜面培養酵母“P”  
↓
- 2) 麴液 10 cc  
↓ 28°C, 48 hrs 培養後上澄液を去り下記培養液の一部を加へ振盪して殘部へ加ふ。
- 3) 麴液 20 cc  
↓ 28°C, 48 hrs 培養後同上の操作を行ひ下記培養液に移植す
- 4) 麴液 40 cc  
↓ 28°C, 48 hrs 培養後上澄液を去り殺菌水20ccを加へ振盪して下記培養液に移植す
- 5) 醱酵用糖液(i)  
↓ 28°C, 12 hrs 培養後全液を下記培養液に移植す
- 6) 醱酵用糖液(ii)  
28°C, 72 hrs 培養を以て終了す

第 9 表

| 實 驗 回 數                              | 第 1 回     | 第 2 回      | 第 3 回      |
|--------------------------------------|-----------|------------|------------|
| 醱酵用糖液(cc) 還元糖濃度(%)                   | 220(9.99) | 220(10.37) | 220(10.12) |
| 醱酵前還元糖(g)                            | 21.98     | 22.75      | 22.26      |
| 醱酵後還元糖(g)                            | 6.41      | 6.43       | 6.63       |
| 醱酵中に消費されし還元糖(g)                      | 15.57     | 16.32      | 15.63      |
| 同上還元糖の醱酵前還元糖に對する割合(%)                | 70.84     | 71.74      | 70.21      |
| 醱酵前ペントーズ(g)                          | 3.74      | 3.73       | 3.74       |
| 生成酒精(g)                              | 4.36      | 4.19       | 4.19       |
| 同上に相當する還元糖(g)                        | 8.58      | 8.19       | 8.19       |
| 同上還元糖の醱酵中に消費されし還元糖に對する割合(%)          | 55.11     | 50.02      | 52.45      |
| 醱酵後の滴定酸度(10ccを中和するに要する N/10 NaOH cc) | 5.50      | 5.00       | 5.00       |
| 試料 100 g より生成せる酒精(g)                 | 4.39      | 4.19       | 4.19       |

## (2) 熱水處理せるツンドラを試料とせる場合

熱水處理せる試料は第1次糖化實驗に於て調製せるものを使用した。

糖化：試料 100 g に 2%硫酸溶液 1000 cc を加へ加壓釜中にて 140°C, 60 分の加壓加熱分解の後濾過し水 500 cc を以て洗滌して得たる濾液即ち糖化液を  $\text{PH}_2 4.5$  迄石灰乳にて中和し、濾過し濾液は含有還元糖約 10% になる迄濃縮す(減壓下, 50°C 以下)。再び濾過して  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  にて  $\text{P}_\text{M}=5$  となし、約 200 cc の糖化液を得た。之れに(1)の場合と同様に營養分を添加し醱酵用糖液に供した。それを (i) 20 cc (ii) 180 cc の 2 部分に分割し、常法に依り蒸氣殺菌す。

醱酵：醱酵工程は(1)の場合と同様なるを以て省略す。實驗結果は次の如しである。

第 10 表

| 實 驗 回 數            | 第 1 回     | 第 2 回     | 第 3 回     |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| 醱酵用糖液(cc) (還元糖濃度%) | 220(7.45) | 220(8.71) | 220(8.49) |
| 醱酵前還元糖(g)          | 16.38     | 19.17     | 18.66     |
| 醱酵後還元糖(g)          | 4.19      | 5.28      | 5.03      |
| 醱酵中に消費されし還元糖(g)    | 12.20     | 13.89     | 13.64     |

|                              |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-------|
| 同上還元糖の醱酵前還元糖に對する割合(%)        | 74.48 | 72.45 | 73.09 |
| 醱酵前ペントーズ(g)                  | 3.09  | 3.44  | 3.37  |
| 生 成 酒 精(g)                   | 4.18  | 5.22  | 4.39  |
| 同上に相當する還元糖(g)                | 8.18  | 10.22 | 8.59  |
| 同上還元糖の醱酵中に消費されし還元糖に對する割合(%)  | 67.04 | 73.57 | 62.90 |
| 醱 酵 液 酸 度(cc)                | 4.20  | 5.00  | 4.50  |
| 熱水處理試料100gより生成さる酒精(g)        | 4.18  | 5.22  | 4.39  |
| 第1次糖化に於て原試料 100g より生成さる酒精(g) | 3.53  | 4.41  | 3.71  |

(3) アンモニア處理せるツンドラを試料とする場合

アンモニア處理せる試料は第1次糖化實驗に於て調製せるものを使用した。

糖化： 試料 100 g に 2 %硫酸溶液 750 cc を加へ加壓釜中にて 130 °C, 60 分の加壓加熱加水分解の後濾過し水 375 cc を以て洗滌して得たる濾液即ち糖化液を PH=4.5 迄石灰乳にて中和し、濾過し洗液は含有還元糖約 10 % になる迄濃縮す(減壓下, 50 °C 以下)。再び濾過して K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> にて PH=5 となし、約 200 cc の糖化液を得た。それに(1)の場合と同様に栄養分を添加し醱酵用糖液に供した。それを (i) 20 cc (ii) 180 cc の 2 部分に分割し、常法に依り蒸氣殺菌す。

醱酵： 醱酵工程は(1)の場合と同様なるを以て省略す。實驗結果は次の如くである。

第 11 表

| 實 驗 回 數                       | 第 1 回     | 第 2 回     | 第 3 回     |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 醱酵用糖液(cc) 還元糖濃度(%)            | 220(9.74) | 220(9.35) | 220(8.68) |
| 醱酵前還元糖(g)                     | 21.54     | 20.57     | 19.09     |
| 醱酵後還元糖(g)                     | 9.64      | 7.67      | 8.36      |
| 醱酵中に消費されし還元糖(g)               | 11.90     | 12.90     | 10.80     |
| 同上還元糖の醱酵前還元糖に對する割合(%)         | 55.19     | 62.71     | 56.57     |
| 醱酵前ペントーズ(g)                   | 3.09      | 3.11      | 3.56      |
| 生 成 酒 精(g)                    | 4.70      | 5.23      | 5.23      |
| 同上に相當する還元糖(g)                 | 9.20      | 10.23     | 10.23     |
| 同上還元糖の醱酵中に消費されし還元糖に對する割合(%)   | 77.31     | 79.30     | 94.72     |
| 醱 酵 液 酸 度(cc)                 | 5.00      | 5.50      | 5.10      |
| アンモニア處理試料 100 g より生成さる酒精(g)   | 4.70      | 5.23      | 5.23      |
| 第1次糖化に於て原試料 100 g より生成さる酒精(g) | 4.30      | 4.76      | 4.76      |

考察： 上記の糖化並に醱酵實驗に於て生成酒精の最高の場合を一括すれば次の如くである。

第 12 表

| 試 料 100 g |               | 無 處 理 | 熱水處理 | アンモニア處理 |
|-----------|---------------|-------|------|---------|
| 糖化        | 硫 酸 濃 度(%)    | 2     | 2    | 2       |
|           | 硫 酸 溶 液 量(cc) | 1500  | 1000 | 750     |

|                                 |       |       |       |
|---------------------------------|-------|-------|-------|
| 糖 化 温 度(°C)                     | 130   | 140   | 130   |
| 糖 化 時 間(分)                      | 60    | 30    | 60    |
| 生 成 還 元 糖(g)                    | 23.63 | 20.61 | 20.52 |
| 糖 化 液 濃 度(%)                    | 10.57 | 2.06  | 2.74  |
| 醱 酵                             |       |       |       |
| 醱 酵 用 糖 液(cc)                   | 220   | 220   | 220   |
| 同上の還元糖度(%)                      | 9.99  | 8.80  | 8.68  |
| 醱 酵 前 還 元 糖(g)                  | 21.98 | 19.37 | 19.09 |
| 醱 酵 後 還 元 糖(g)                  | 6.41  | 5.28  | 8.30  |
| 醱 酵 中 に 消 費 さ れ し 還 元 糖(g)      | 15.57 | 14.09 | 10.79 |
| 同上還元糖の醱酵前還元糖に対する割合(%)           | 70.84 | 72.45 | 56.57 |
| 醱 酵 前 ペ ン ト ー ズ(g)              | 3.74  | 3.44  | 3.56  |
| 生 成 酒 精(g)                      | 4.39  | 5.22  | 5.23  |
| 同上に相當する還元糖(g)                   | 8.58  | 10.22 | 10.23 |
| 同上還元糖の醱酵中に消費されし還元糖に対する割合(%)     | 55.11 | 73.57 | 94.72 |
| 醱 酵 液 滴 定 酸 度(cc)               | 5.00  | 5.00  | 5.10  |
| 試料 100 g より生成さる酒精(g)            | 4.39  | 5.22  | 5.23  |
| 第 1 次糖化に於て原試料 100 g より生成さる酒精(g) | 4.39  | 4.41  | 4.76  |

糖化條件は醱酵實驗に無關係に最適條件を適用したるを以て醱酵實驗の結果は必ずしも決定的のものではないが、比較的低溫度に於て糖化されし糖分の醱酵狀態を窺知することが出来る。上表に示す如く醱酵中に消費されし還元糖の醱酵前還元糖に対する割合は、無處理ツンドラ、熱水處理ツンドラ及びアンモニア處理ツンドラと順次低下するに反し、醱酵中に消費されし還元糖の中酒精となつた還元糖の割合は夫々順次上昇す。即ち前處理を行つた場合は良い醱酵歩合を示し、特にアンモニア處理の場合は 94.7 % を示す。然し原試料に対する生成酒精の割合を三者に就て比較検討するに大差無きやうである。

## 〔6〕 第2次糖化（比較的高溫度に於ける糖化）

試料の調製：

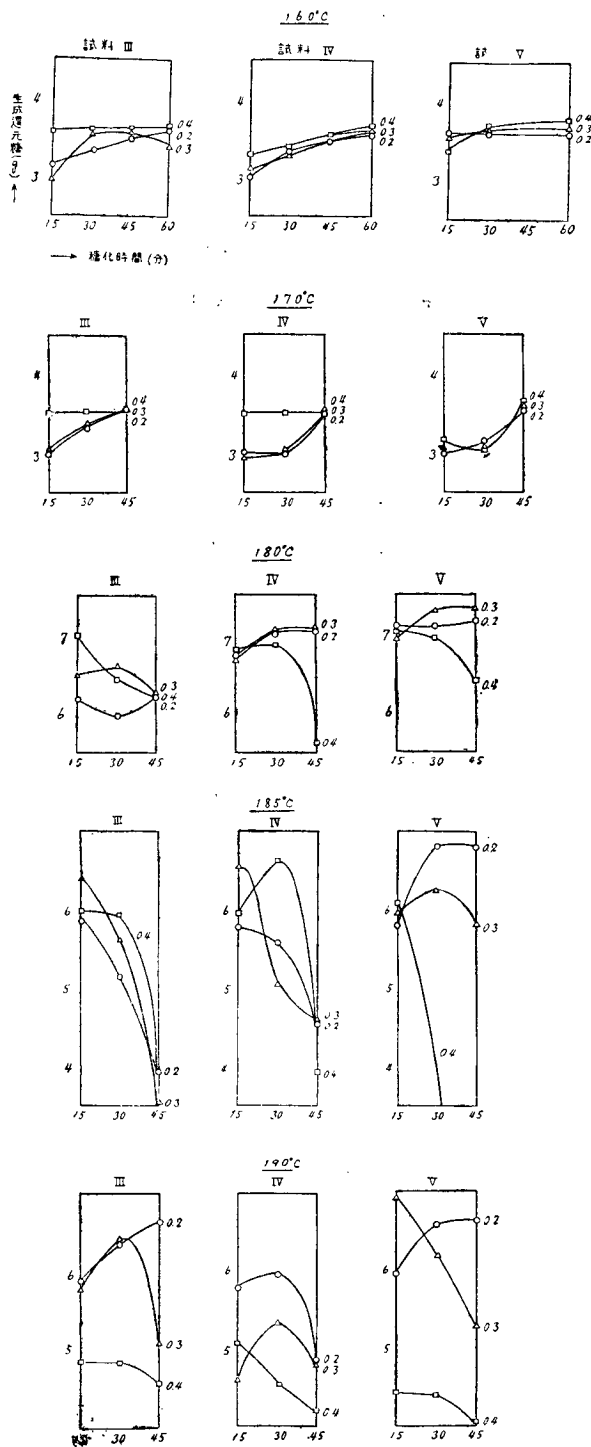
試料Ⅲ ツンドラを其のまゝ第1次糖化の最適條件の下に糖化を行ひ調製した。即ちツンドラ 400 g を採り 2 % 硫酸溶液 6000 cc を加へ 130 °C, 60 分の加壓加熱分解の後濾過洗滌して得たる第1次糖化殘渣を乾燥粉碎して第2次糖化試料に供した。此の殘渣量は 185.00 g (原試料に對して 46.25 %) にて、含有する纖維素は Kiesel 及 Semiganwsky 法に依つて定量して 52.24 g (第1次糖化殘渣に對して 27.08 %, 原試料に對して 12.52 %) である。

試料Ⅳ 熱水處理せるツンドラを試料Ⅲの如くにして調製した。即ちツンドラ 400 g を 5 l 容の圓底フラスコに採り、水 8000 cc を加へ煮沸水中にて 1 時間加熱して、後濾過洗滌して得た

る熱水處理殘渣を乾燥粉碎して第 1 次糖化試料に供した。此の殘渣量は 338.00 g (原試料に對して 84.50 %) である。次に此の第 1 次糖化試料に 2 % 硫酸培液 3380 cc を加へ 140 °C, 60 分の加壓加熱分解の後濾過洗滌して、得たる第 1 次糖化殘渣を乾燥粉碎して第 2 次糖化試料に供した。此の殘渣量は 219.70 g (第 1 次糖化試料に對して 65.00 %, 原試料に對して 54.93 %) にて、含有する纖維素は 59.84 g (第 1 次糖化試料に對して, 27.24 %, 原試料に對して 14.96 %) である。

試料 V アンモニア處理せるツンドラを試料 III の如くにして調製した。即ちツンドラ 400 g を採りアンモニア 20 g を含有する水 4000 cc を加へ一晝夜放置し後濾過水洗して、得たるアンモニア處理殘渣を乾燥粉碎して第 1 次糖化試料に供した。此の殘渣量は 367.92 g (原試料に對して 84.53 %) である。次に此の第 1 次糖化試料に 2 % 硫酸溶液 2536.9cc を加へ 130 °C, 60 分の加壓加熱分解の後濾過洗滌して、得たる第 1 次糖化殘渣を乾燥粉碎して第 2 次糖化試料に供し。此の殘渣量は 211.46 g (第 2 次糖化試料に對して 62.54 %, 原試料に對して 52.77 %) にて、含有する

第 4 圖



纖維素は 59.40 g（第2次糖化試料に對して 28.09%，原試料に對して 14.82%）である。

實驗方法：各試料 10 g 宛採り，各濃度の硫酸溶液 50 cc を加へ，100 cc 容の三角瓶に入れ綿栓を施して加壓釜中にて所要温度の下に所要時間分解を行つた。使用せる硫酸溶液濃度は 0.2, 0.3, 0.4% の 3 種，分解温度は 160, 170, 180, 185, 190°C の 5 種，分解時間は 15, 30, 46, 60 分の 4 種にて硫酸溶液使用量は試料に對し 5 倍量である。

實驗結果は次の如くである。（第4圖参照）

| 分解温度<br>°C | 分解時間<br>分 | 硫酸濃度<br>% | 第 13 表<br>還元糖(第2次糖化試料)<br>100gよりの生成量 |        |        | 還元糖(原試料100gよ)<br>りの生成量 |        |        |
|------------|-----------|-----------|--------------------------------------|--------|--------|------------------------|--------|--------|
|            |           |           | 試料Ⅲ                                  | Ⅳ      | Ⅴ      | 試料Ⅲ                    | Ⅵ      | Ⅶ      |
| 160        | 15        | 0.2       | 3.1630                               | 3.0440 | 3.5890 |                        |        |        |
| 〃          | 〃         | 0.3       | 2.9940                               | 3.1430 | 3.5960 |                        |        |        |
| 〃          | 〃         | 0.4       | 3.5640                               | 3.3570 | 3.8600 |                        |        |        |
| 〃          | 30        | 0.2       | 3.3590                               | 3.3450 | 3.5480 |                        |        |        |
| 〃          | 〃         | 0.3       | 3.5980                               | 3.3440 | 3.5910 |                        |        |        |
| 〃          | 〃         | 0.4       | 3.5640                               | 3.3470 | 3.5980 |                        |        |        |
| 〃          | 45        | 0.2       | —                                    | —      | —      |                        |        |        |
| 〃          | 〃         | 0.3       | —                                    | —      | —      |                        |        |        |
| 〃          | 〃         | 0.4       | —                                    | —      | —      |                        |        |        |
| 〃          | 60        | 0.2       | 3.5740                               | 3.5510 | 3.5920 |                        |        |        |
| 〃          | 〃         | 0.3       | 3.3640                               | 3.5660 | 3.0100 |                        |        |        |
| 〃          | 〃         | 0.4       | 3.5750                               | 3.5630 | 3.6590 |                        |        |        |
| 170        | 15        | 0.2       | 2.9970                               | 3.0570 | 3.0110 |                        |        |        |
| 〃          | 〃         | 0.3       | 3.0640                               | 2.9850 | 3.1010 |                        |        |        |
| 〃          | 〃         | 0.4       | 3.5660                               | 3.5610 | 3.2130 |                        |        |        |
| 〃          | 30        | 0.2       | 3.3600                               | 2.9850 | 3.2170 |                        |        |        |
| 〃          | 〃         | 0.3       | 3.3040                               | 3.1490 | 3.1830 |                        |        |        |
| 〃          | 〃         | 0.4       | 3.5750                               | 3.5511 | 3.017  |                        |        |        |
| 〃          | 45        | 0.2       | 3.5610                               | 3.5430 | 3.5890 |                        |        |        |
| 〃          | 〃         | 0.3       | 3.5610                               | 3.5730 | 3.6060 |                        |        |        |
| 〃          | 〃         | 0.4       | 3.5600                               | 3.5630 | 3.6140 |                        |        |        |
| 180        | 15        | 0.2       | 6.4340                               | 6.7420 | 7.1640 | —                      | —      | 2.1864 |
| 〃          | 〃         | 0.3       | 6.5040                               | 6.6740 | 6.9330 | —                      | —      | —      |
| 〃          | 〃         | 0.4       | 7.0520                               | 6.9030 | 7.0220 | 2.1896                 | —      | —      |
| 〃          | 30        | 0.2       | 5.9820                               | 7.0210 | 7.1350 | —                      | —      | —      |
| 〃          | 〃         | 0.3       | 6.6920                               | 7.0800 | 7.3740 | —                      | 2.0220 | 2.2505 |
| 〃          | 〃         | 0.4       | 6.4950                               | 6.7860 | 6.9950 | —                      | 2.0390 | 2.2004 |

|     |    |     |        |        |        |   |        |        |
|-----|----|-----|--------|--------|--------|---|--------|--------|
| 180 | 45 | 0.2 | 6.3810 | 7.0050 | 7.2100 | — | 2.0174 | 2.2529 |
| 〃   | 〃  | 0.3 | 6.3100 | 7.1020 | 7.3820 | — | 2.0453 | —      |
| 〃   | 〃  | 0.4 | 6.3170 | 5.6480 | 6.3870 | — | —      | —      |
| 185 | 15 | 0.2 | 5.8850 | 5.7990 | 5.7520 |   |        |        |
| 〃   | 〃  | 0.3 | 5.4950 | 6.5850 | 5.9090 |   |        |        |
| 〃   | 〃  | 0.4 | 5.9470 | 5.9210 | 0.1280 |   |        |        |
| 〃   | 30 | 0.2 | 5.1330 | 5.5850 | 6.7670 |   |        |        |
| 〃   | 〃  | 0.3 | 5.6400 | 5.0580 | 6.2060 |   |        |        |
| 〃   | 〃  | 0.4 | 5.9470 | 6.6240 | 4.1740 |   |        |        |
| 〃   | 45 | 0.2 | 3.7070 | 4.5100 | 6.6720 |   |        |        |
| 〃   | 〃  | 0.3 | 3.1250 | 4.7620 | 5.738  |   |        |        |
| 〃   | 〃  | 0.4 | 3.4230 | 4.2370 | 3.471  |   |        |        |
| 190 | 15 | 0.2 | 5.8240 | 5.7680 | 5.9690 |   |        |        |
| 〃   | 〃  | 0.3 | 5.6400 | 4.6790 | 6.9860 |   |        |        |
| 〃   | 〃  | 0.4 | 4.8000 | 5.0560 | 4.4800 |   |        |        |
| 〃   | 30 | 0.2 | 6.3040 | 5.9100 | 6.6720 |   |        |        |
| 〃   | 〃  | 0.3 | 6.4340 | 5.3250 | 6.2270 |   |        |        |
| 〃   | 〃  | 0.4 | 4.7780 | 4.5850 | 4.4440 |   |        |        |
| 〃   | 45 | 0.2 | 6.6950 | 4.8600 | 6.0950 |   |        |        |
| 〃   | 〃  | 0.3 | 5.1250 | 4.7790 | 5.3960 |   |        |        |
| 〃   | 〃  | 0.4 | 4.5820 | 4.3660 | 4.0350 |   |        |        |

考察：第2次糖化之最適なる條件を以上の實驗結果から、1) 最小の硫酸濃度、2) 最小の分解時間、3) 最低の溫度、の三つの見地から吟味するに、1) の條件では試料Ⅲの場合 0.2 %硫酸溶液を用ひ 180 °C、45 分の分解が還元糖 6.3810 g、試料Ⅳの場合 0.2 %硫酸溶液を用ひ 180 °C、45 分の分解が還元糖 7.1020 g、試料Ⅴの場合 0.2 %硫酸溶液を用ひ 180 °C、45 分の分解が還元糖 7.2100 g を與へ、2) の條件では試料Ⅲの場合 0.4 %硫酸溶液を用ひ 180 °C、15 分の分解が還元糖 7.0520 g、試料Ⅳの場合 0.4 %硫酸溶液を用ひ 180 °C、15 分の分解が還元糖 6.9030g、試料Ⅴの場合 0.4 %硫酸溶液を用ひ 180 °C、15 分の分解が還元糖 7.0220 g を與へ、3) の條件では 180 °C が最良好の結果を與へてゐる。

以上の結果を比較検討するに試料Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ何れの場合に於ても 0.2~0.3 %の硫酸溶液を用ひ 180 °C、15~30 分の加壓加熱分解が第2次糖化之最適條件である如く考へらる。

### 〔7〕 第3次糖化（比較的高溫度に於ける糖化）

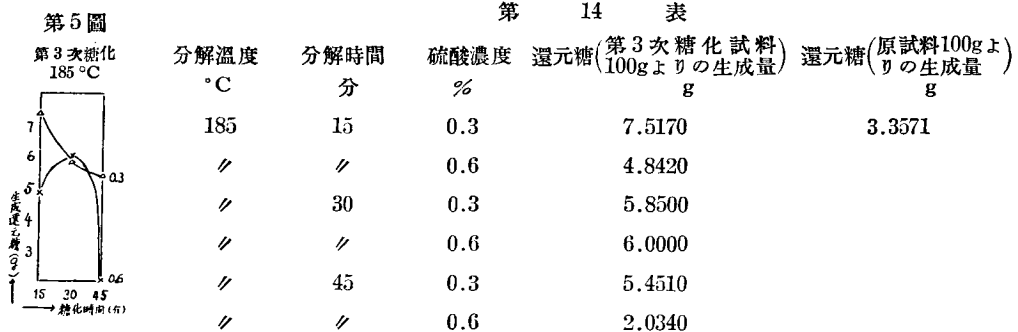
試料の調製：第2次糖化殘渣を第3次糖化試料に供した。即ち第1次糖化殘渣 200 g を採り 0.3 %硫酸溶液 1000 cc を加へ加壓釜中にて 180 °C、30 分の分解の後濾過洗滌して、得たる殘

渣を乾燥粉碎して第3次糖化試料に供した。此の残渣量は 169.28 g (第2次糖化残渣に對して 84.64 %, 原試料に對して 44.66 %)。

尙第3次以後の糖化に供するツンドラは、總て最初にアンモニア處理を行つたものを使用した。

實驗方法：第2次糖化に於けるが如く行つた。使用せる硫酸濃度は 0.3~0.6 % の2種、糖化温度は 185 °C, 糖化時間は 15, 30, 45 分の3種である。酸溶液量は試料の5倍である。

實驗結果は次の如くである。(第5圖參照)

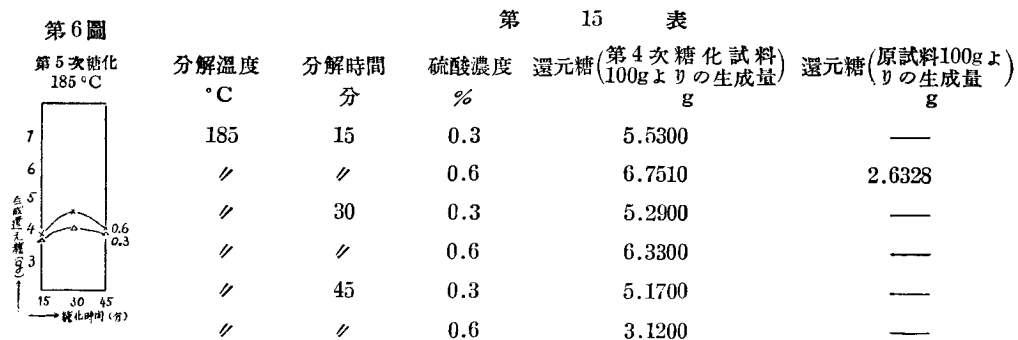


考察：以上の結果を比較検討するに、0.3 %硫酸溶液を用ひ 185 °C, 15 分の加壓加熱分解が第3次糖化の最適條件である如く考へらる。

#### 〔8〕 第4次糖化（比較的高温度に於ける糖化）

試料の調製：第3次糖化残渣を第4次糖化試料に供した。即ち第2次糖化残渣 100 g を採り 0.3 %硫酸溶液 5000 cc を加へ加壓釜中にて 185 °C, 15 分の分解の後濾過洗滌して、得たる残渣を乾燥粉碎して第4次糖化試料に供した。此の残渣量は 87.33 g (第3次糖化残渣に對して 87.33 %, 原試料に對して 39.00 %) である。

實驗方法は第3次糖化に於けるが如く行つた。(第6圖參照)

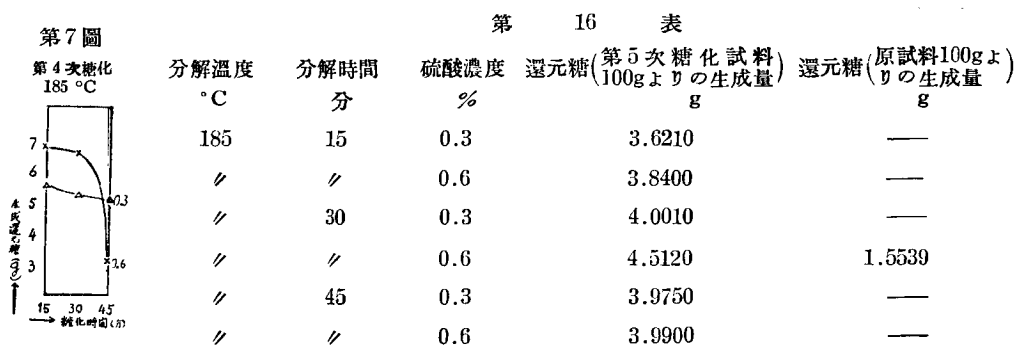


考察：以上の結果を比較検討するに、0.6%硫酸溶液を用ひ、185°C、15分の加壓加熱分解が第4次糖化の最適条件であると考へらる。

### 〔9〕 第5次糖化（比較的高温度に於ける糖化）

試料の調製：第4次糖化残渣を第5次糖化試料に供した。即ち第3次糖化残渣100gに0.6%硫酸溶液5000ccを加へ加壓釜中にて185°C、15分の分解の後濾過洗滌して、得たる残渣を乾燥粉碎して第5次糖化試料に供した。此の残渣量は88.32g(第3次糖化残渣に對して88.32%，原試料に對して34.44%)である。

實驗方法は第4次糖化に於けるが如く行つた。(第7圖参照)



考察：以上の結果を比較検討するに、0.6%硫酸溶液を用ひ、185°C、30分の加壓加熱分解が第5次糖化の最適条件であると考へらる。

### 〔10〕 第2, 3, 4, 5次糖化液の酒精醱酵

無處理ツンドラ、熱水處理ツンドラ及びアンモニア處理ツンドラの第1次糖化残渣を夫々上記實驗に於て決定された第2, 3, 4, 5次糖化の最適条件を以て糖化し、得たる糖化液を合し濃液、中和し栄養分を添加したる後酒精醱酵を行はしめ、之に其の實驗結果を記述す。

#### (1) 無處理ツンドラを試料とせる場合

糖化：

| 第 17 表 |                  |           |            |           |           |                    |           |
|--------|------------------|-----------|------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|
| 糖化次数   | 試料<br>g          | 硫酸濃度<br>% | 糖化温度<br>°C | 糖化時間<br>分 | 糖化液<br>cc | 生成還元糖(濃度)<br>g (%) | 糖化残渣<br>g |
| 2      | 第1次糖化残渣<br>100   | 0.4       | 180        | 30        | 500       | 7.05 (1.40)        | 85.10     |
| 3      | 第2次糖化残渣<br>85.10 | 0.3       | 185        | 15        | 425       | 6.40 (1.56)        | 74.31     |
| 4      | 第3次糖化残渣<br>74.31 | 0.6       | 185        | 15        | 371       | 5.02 (1.35)        | 64.07     |
| 5      | 第4次糖化残渣<br>64.07 | 0.6       | 185        | 30        | 320       | 2.89 (0.90)        | 56.58     |

|            |                  |
|------------|------------------|
| 糖化液(還元糖濃度) | 1616 cc (1.31 %) |
| 生成還元糖      | 21.36 g          |
| 糖化率        | 71.40 %          |
| 原試料に対する糖化率 | 9.90 %           |

糖化液は  $P_H=4.5$  まで石灰乳にて中和し、濾過し濾液は含有還元糖約 4 % となるまで濃縮す (減圧下,  $50^{\circ}C$  以下). 再び濾過して  $K_2HPO_4$  を以て  $P_H=5.0$  となし, 約  $400^{\circ}C$  の糖化液を得た. それに栄養分として  $(NH_4)_2HPO_4$  0.1,  $(NH_4)_2SO_4$  0.2,  $Mg SO_4$  0.05 % 及び Oryzanin 液 0.025 cc/100 cc を添加して醗酵用糖液に供した.

上記醗酵用糖液を (i) 50 cc, (ii) 450 cc の 2 部分に分割し常法に依り蒸氣殺菌す.

醗酵: 醗酵工程は第 1 次糖化液の醗酵實驗の場合と同様なるを以て省略す. 實驗結果は次の如くである.

第 18 表

| 試料                                | 無處理       | 熱水處理      | アンモニア處理   |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 醗酵用糖液(cc) (還元糖濃度%)                | 530(3.79) | 530(3.80) | 530(3.79) |
| 醗酵前還元糖(g)                         | 20.07     | 20.14     | 20.06     |
| 醗酵後還元糖(g)                         | 1.50      | 1.63      | 1.52      |
| 醗酵中に消費されし還元糖(g)                   | 18.57     | 18.51     | 18.54     |
| 同上還元糖の醗酵前還元糖に対する割合(%)             | 92.52     | 91.41     | 92.42     |
| 生成酒精(g)                           | 9.51      | 9.41      | 9.42      |
| 同上に相當する還元糖(g)                     | 18.59     | 18.41     | 18.43     |
| 同上還元糖の醗酵中に消費されし還元糖に対する割合(%)       | 100.04    | 99.46     | 99.40     |
| 試料 100g より生成さる酒精(g)               | 9.51      | 9.41      | 9.42      |
| 第 2~5 次糖化に於て原試料 100 g より生成さる酒精(g) | 4.40      | 5.17      | 4.97      |
| 第 1 次糖化に於て原試料 100 g より生成さる酒精(g)   | 4.39      | 4.41      | 4.76      |
| 原試料 100 g より生成さる總酒精(g)            | 8.79      | 9.58      | 9.73      |

(2) 熱水處理ツンドラを試料とせる場合

糖化:

第 19 表

| 糖化次數 | 試料<br>g            | 硫酸濃度<br>% | 糖化溫度<br>$^{\circ}C$ | 糖化時間<br>分 | 糖化液<br>cc | 生成還元糖(濃度)<br>g (%) | 糖化殘渣<br>g |
|------|--------------------|-----------|---------------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|
| 2    | 第 1 次糖化殘渣<br>100   | 0.3       | 180                 | 30        | 500       | 7.08 (1.41)        | 84.64     |
| 3    | 第 2 次糖化殘渣<br>84.64 | 0.3       | 185                 | 15        | 423       | 6.36 (1.50)        | 73.91     |
| 4    | 第 3 次糖化殘渣<br>73.91 | 0.6       | 185                 | 15        | 369       | 4.99 (1.35)        | 66.41     |
| 5    | 第 4 次糖化殘渣<br>64.07 | 0.6       | 185                 | 30        | 330       | 3.00 (0.90)        | 58.65     |

|            |                  |
|------------|------------------|
| 糖化液(還元糖濃度) | 1622 cc (1.32 %) |
| 生 成 還 元 糖  | 21.43 g          |
| 糖 化 率      | 71.38 %          |
| 原試料に對する糖化率 | 11.76 %          |

醱酵： 醱酵用糖液の調製並びに醱酵工程は(1)の場合と同様なるを以て夫れに準ず。醱酵實驗結果は(1)の場合の實驗結果に併記す。(第 18 表)

(3) アンモニア處理ツンドラを試料とせる場合

糖化：

第 20 表

| 糖化次數 | 試 料<br>g           | 硫酸濃度<br>% | 糖化溫度<br>°C | 糖化時間<br>分 | 糖化液<br>cc | 生成還元糖(濃度)<br>g (%) | 糖化殘渣<br>g |
|------|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|
| 2    | 第 1 次糖化殘渣<br>100   | 0.3       | 180        | 30        | 500       | 7.37 (1.47)        | 88.10     |
| 3    | 第 2 次糖化殘渣<br>83.60 | 0.3       | 185        | 15        | 418       | 6.98 (1.54)        | 73.00     |
| 4    | 第 3 次糖化殘渣<br>73.00 | 0.6       | 185        | 15        | 365       | 4.51 (1.23)        | 65.39     |
| 5    | 第 4 次糖化殘渣<br>65.39 | 0.6       | 185        | 30        | 327       | 2.95 (0.90)        | 57.75     |

|            |                  |
|------------|------------------|
| 糖化液還元糖(濃度) | 1610 cc (1.31 %) |
| 生 成 還 元 糖  | 21.11 g          |
| 糖 化 率      | 68.08 %          |
| 原試料に對する糖化率 | 11.13 %          |

醱酵： 醱酵用糖液の調製並びに醱酵工程は(1)の場合と同様なるを以て夫れに準ず。醱酵實驗結果は(1)の場合の實驗結果に併記す。(第 18 表)

考察： 上記實驗結果より見るに試料を前處理せる場合も、せざる場合も大體大差なきやうである。糖化を反復行ふ場合、第 2, 3, 4 次迄は生成還元糖濃度は 1.3 % 以上なるも第 5 次以後は激減す。第 2~5 次糖化に依り 70 % の糖化率を得た。此の生成還元糖の醱酵歩合は非常に良好にて 100 % 近く値を示してゐることは注目すべきである。第 1 次及第 2~5 次糖化並に醱酵實驗を綜合してツンドラ 100 g より酒精 8.8~10 g を得ることを知る。

要 約

- (1) 試料に供せし樺太ツンドラの成分を定量した。
- (2) ツンドラを無處理のまま第 1 次糖化(120~150 °C)を行ひ、2 % 硫酸溶液 15 倍量を使用し 130 °C, 60 分の分解が最適條件である。
- (3) 硫酸使用量と還元糖生成量との關係を検した。
- (4) ツンドラを熱水處理及アンモニア處理し、減少量並に成分の變化を検し、次に第 1 次糖化を行ひ、前者に於ては 2 % 硫酸溶液 10 倍量を使用し 140 °C, 60 分、後者に於ては 2 % 硫

酸溶液 7.5 倍量を使用し 130 °C, 60 分の分解を最適条件とし、酸使用量を軽減することが出来る。

（5）第1次糖化液の酒精發酵を行ひ、無處理、熱水處理及びアンモニア處理の各糖化液に就き觀察するに發酵歩合に於ては差異ある、生成酒精の其の各原試料に對する割合に於ては大差なく 4.5 % 程度である。

（6）無處理、熱水處理及びアンモニア處理せるツンドラの第1次糖化殘渣を試料とし、第2〜5次糖化(160〜190 °C)を行ひ、各次糖化に於ける最適條件を探求せるに、三者何れも大差なきやうである。即ち第2次糖化 0.3〜0.4 % 硫酸溶液 5 倍量を使用し 180 °C, 30 分、第3次糖化は 0.3 % 硫酸溶液 5 倍量を使用し 185 °C 15 分、第4次糖化は 0.6 % 硫酸溶液 5 倍量を使用し 185 °C 15 分、第5次糖化は 0.6 % 硫酸溶液 5 倍量を使用し 185 °C 30 分の分解條件が最適である。

（7）第2〜5次糖化液の酒精發酵を行ひ、無處理、熱水處理及びアンモニア處理の各糖化液に就き觀察するに生成酒精量に於ては大差なく、原試料に對して 5 % 程度には發酵歩合は特に良好である。

（8）ツンドラ 100 部より酒精 8.8〜10 部が得られ、前處理を行へる場合はやゝ良好なる結果を示す。

#### 【追 誌】

終りに臨み御懇篤なる御助言を賜つた片桐英郎教授に感謝の意を表す。尙本研究に援助を與へられたる日本學術振興會に對して深謝し實驗に助力したる故生方敏弘君、山本重歳君の勞を謝す。