

滋味食料品の調製と化學

所員 農學博士 近藤金助

(通俗講演)

第一 緒言

私は我が國に於ける人口食料問題解決に對する一資料にもご思つて現在我が國民が攝取して居る食物に就て具體的な調査を進めて居る。私が京都に在住して居る關係上此の調査の第一として先般京都市民の食物を調査して見た。其の結果によれば京都市民が大正14年度に實際消費した食品類の主なるものは次の量である。

第一表

白	米	30,685,521 貫
麥 其 の 他 雜	穀	4,224,655 貫
蔬 菜 果 實	類	18,614,955 貫
漬 物	類	2,822,400 貫
味 噌 醬	油	3,163,314 貫
獸 鳥 肉 雞 卵	類	2,041,488 貫
魚 貝	類	8,837,217 貫
清	酒	13,058,759 立

而して以上のうち實際攝取されたを認むべき食品類に含有せられて居る成分量を算出すれば第二表に掲ぐる通りである。

第二表

		動物性(匁)	植物性(匁)	計(匁)
蛋	白	5,909,591	13,243,997	19,153,588
脂	肪	1,400,200	1,626,288	3,026,488
澱	粉 類	289,310	128,937,384	129,226,694
礦	物 質	4,994,148	4,328,890	9,323,038
ヴ	イ タ ミ ン 類	⊕	⊕	⊕
酒	精			2,081,199L

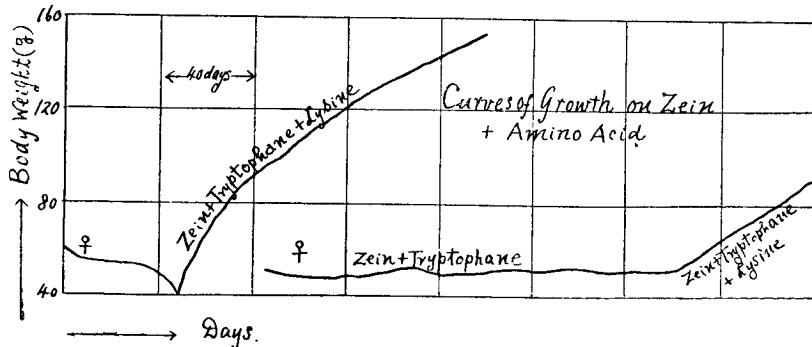
第二表に示すだけの栄養素を摂取した人口は 743,837 人であつた。此の人口を食物學上の單位人に換算すれば丁度 634,000 人となる。是に於て此の人数を以て第二表の栄養素量を割つて一日宛りに換算すれば單位人が一日に摂取した栄養素量が出て来る。其の結果は第三表の通りである。

第 三 表

		單 位 人 1 日 當 (瓦)	同 (百 分 率)	同 純 利 用 熱 價 (大 カ ロ リ ー)
蛋 白	質	83	11.96	324
脂 肪	類	13	1.87	104
糖 類	質	553	80.40	2288
酒 精	類	40	5.77	—
維 生 素	類	9	—	27
計		698	100.00	2744

以上に示したやうな單位人一日當りの各栄養素の量其の割合に就ては論すべき點が多々ある。然し此の問題は別の機會に論ずるこゝで兎も角京都市民は大正14年度に於ては第三表が示すやうな栄養素の混合物を食べて生存し活動し幼きは生長して居つたこゝは事實である。だから云つて吾人の食物中に此れだけの栄養素が唯々單に含まれて居るだけでは吾人は満足に生存を續けるこゝは出來ないのである。例へば蛋白に就て論ずるならば其の種類品質が如何様であらうこゝも唯々蛋白と名のつくものを一日約83瓦位を他の養榮素と共に食べて居ればよいといふわけではないのである。此の事を一つの實驗例に就て説明して見やう。

第 一 圖



玉蜀黍の中には数種の蛋白が含まれて居るが其の主なる蛋白は Zein である。食物中の蛋白として此の Zein を、18% 含ませて他の栄養素を完全に配合せしめた食物にて白鼠を飼養して見るに體重を次第に減じて40—50日にて斃死する。然るに此の食物に少量の Tryptophane と Lysine とを添加すれば白鼠の健康は恢復して順調に生育する（第一圖の左方参照）

茲に興味あることは上述の食物に Tryptophane だけを添加した時の白鼠の生育である。（第一圖の右下参照）此の場合には白鼠の健康は阻害せられないが生長を少しもしない。然るに此の食物に更に少量の Lysine を添加すれば忽ちにして生長する。

以上の結果に就て判断すれば玉蜀黍蛋白の Zein は食物蛋白としては其の質が完全でないことを云ひ得る。而して蛋白を構成して居るアミノ酸のうち Tryptophane と Lysine が Zein の中に缺乏して居るから以上の如き結果を示したことがわかる。總じて上述の如き Tryptophane, Lysine の外に Tyrosine, Histidine, Cystine, Proline の如きアミノ酸又はイミノ酸が含まれて居ないか又は其の量が少ないやうな蛋白は食物蛋白としての眞使命を果して呉れないのである。

各種の蛋白は自體を構成して居るアミノ酸の種類に於て其の含量に於て夫々ちがつて居る。従つて各種の蛋白のうちには食物蛋白としての眞使命を果すに必要な上述の如きアミノ酸を充分に含んで居るものと然らざるものことがあるわけである。是に於て一樣に蛋白を申しても其の栄養價がちがつて來る次第である。

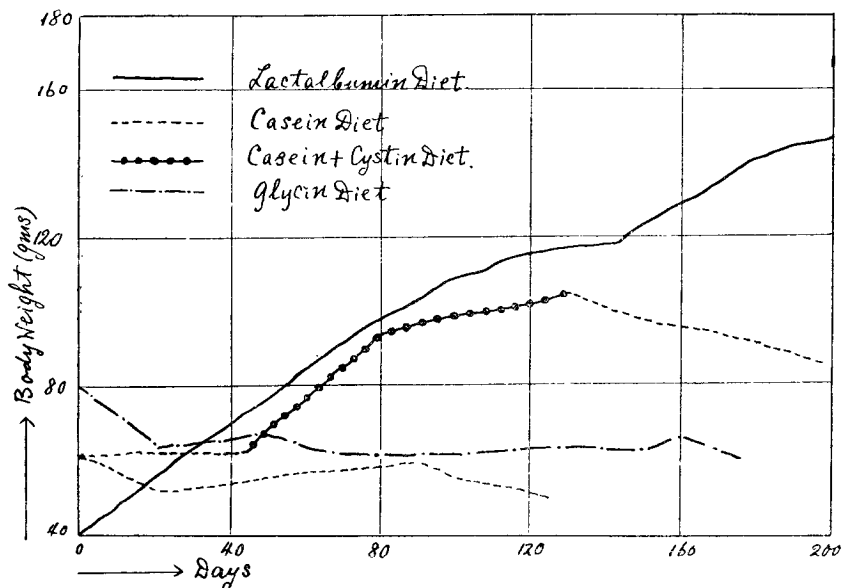
第二圖は食物中の蛋白以外の栄養素を全く同一にしてたゞ蛋白の種類を變更した時の白鼠の生長曲線を示したものである。食物中の蛋白の含量は4.5%であつた之によれば急坂な生長曲線を剩らす時の食物蛋白が然らざるものに比べて優秀であることは疑ひない。

以上の數例によつても吾人の食物中にたゞ蛋白を稱するものが一定量含まれて居るだけでは安心出來ないことがわかるわけである。

以上は食物栄養素の一である蛋白に就ての注意であるが他の栄養素に就ても之はほぼ同様な事柄を注意しなければならないのである。即ち食物に就ては其の所含栄養素の量が一定量あるべきと同時に其の質が夫々合理的のものでなければならないのであ

る。

第 二 圖



然しながら食物栄養素の量及び質が如何に合理的であつても人間はたゞこれだけでは満足しない。人間の食物は上述の條件が満足すると共に其の外観に於て味に於て吾人の慣習的嗜好に適當するものでなければならない。そこで此處に掲げた問題を考慮すべきこととなるのである。

日本人は記する迄もなく白米を主要食物とする國民である。恐らく當分の間は白米に代るべき優良なる食品を呈供しても我が國民は白米を棄てないであらう。是に於て國家は米の生産増殖には經費を惜まずに各種の施設をなし當事者は學問的にも實際的にも研究を進めて居る。其の結果成績は大に誇るべきものがあつて實際にも役立つ居る。

けれども其の生産後に於ける研究は如何。精白の際にビタミンBが取り除かれる。食物中にビタミンBがなければ脚氣になる。是等のことを承知しながらも依然として舊法によつて精白してビタミンBを取り除いて食べて居る。その防禦法として玄米又は半搗米を奨励する人あらんも之では國民の嗜好に適しないのみならず不消化に

して却つて不衛生である。又白米を食べると同時にビタミン B 製劑をさればよいと奨める人もあらう。けれども多數の國民は白米の外に高價なるビタミン B 製劑をさる餘裕はないのである。何故に精白してもビタミン B を消失しない方法を考究しないのであらうか。國民が斯くの如き白米を要求しないのであらうか。之はさて置き白米にしてから後食膳にのほす迄も依然として舊法を改めて居ない。全く女中任せである。特等米でありながら御飯に芯があり二等米には粘氣がなく三等米はバサバサして居ると許へるのは無理な注文である。之が各家庭内であれば副食物によつて御飯の不味を打ち消すことも出来やうが數百人又は數千人を收容して居る軍隊軍艦病院又は工場の寄宿舍等に於ては影響が特に甚だしい。若し寄宿舍の御飯がよく出来て居れば工女等は嬉々として之を食べる。従て其の健康は増進し何等の不平を訴ふることもなく引いて工女等は平和に働き工場能率は増進するものである。若し不幸にして御飯がよく出来て居らなければ副食物に相當力を入れてもすべてのことが反對となる。即ち御飯のたき方一つが工場能率を上下する鍵になつて居ることは寄宿舍附屬の工場を實地に經營する人は誰しも經驗して居ることと思ふ。海上生活者も同様である。是に於て知り度きことは二等米は二等米の味三等米は三等米の味を有するものなりや否やである。即ち二等米三等米に特等米の味を附し得るや否やである。私は答へて曰く“其の方法あり得る須らく研究せよ”である。但しその研究は單簡ではない。

以上は米に就ての話である。日本人は米飯と同時に亦漬物を愛好する國民である。日本の漬物は獨特ではあるがそれだけ其の調製法の改良の跡は微々たるものである。米と同様に蔬菜其他漬物の原料生産迄には國家も個人も相當に研究努力をして居るがそれからさきは注意を拂つて居らない。日本人の食物に對してはかうゆう調子のことが少なくないよく考へて見ればをかしな國民である。何故に今一步研究を進めないのであらうか？

第二 良質のパン醸燒と化學

其の一 パン醸燒と水素イオン濃度

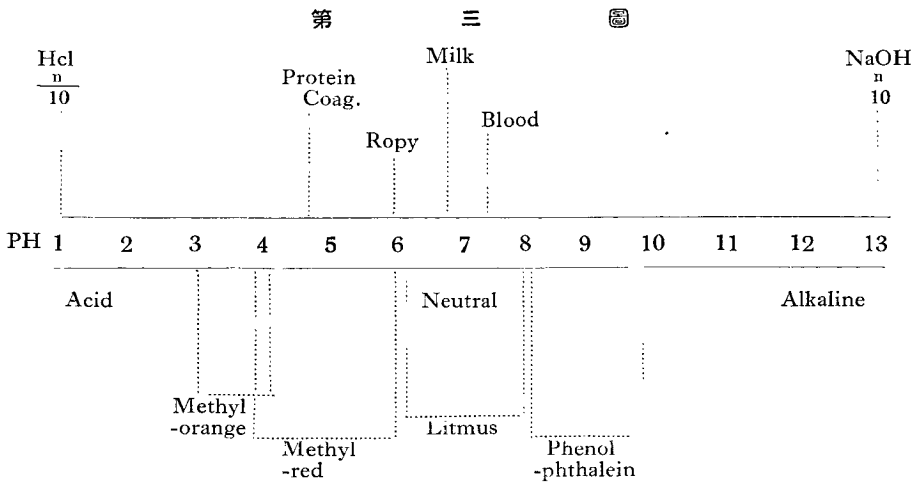
米飯、漬物に相當する歐米人の食品はパンと牛酪乾酪の如き乳製品である。彼等が是等の食品を調製する爲めに如何に努力を惜まないかは歐米の主要都市には國立又は

公立のパン研究所があること云ふ一事を以ても推して知るこゝが出来ぬ。然らば其の研究所にて如何なることを研究し其の研究結果が如何なる程度に役立つて居るか、一瞥して諸君の参考に供し度い。

既に承知して居る人も多々あることは思ふが小麦粉の品質特に酸性度はパンの品質に大なる影響を與へるものである。即ち優良なるパンを製造する人は小麦粉から生パンを作る時には酸敗牛乳又はバタミルク其の他酸類を加へるのである。何故酸類を小麦粉に加へるのであらうか。酸を加へた爲めにパンの何れの部分が好影響をうけるのであらうか。私は以下此の問題を説明して見やう。

失禮は思ふが話しの順序として酸性度に就て一言致さう。

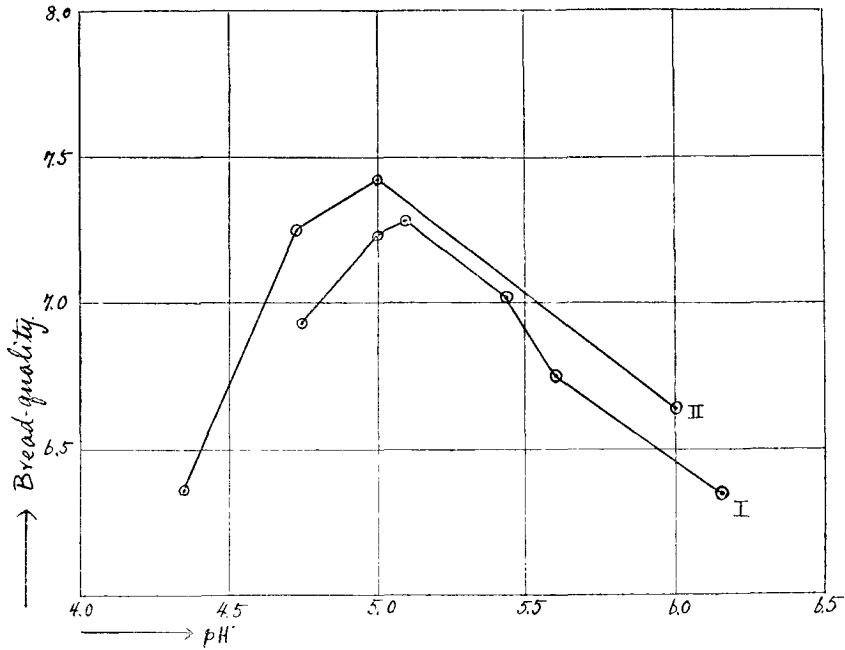
吾々は溶液其の他の酸性度即ち活動性の水素イオンの濃度又は反應に影響を與へ得る水素イオンの濃度を示すのに PH と云ふ符號を用ゐて居る。



第三圖は酸性度を PH にて示したのである。7の所は丁度中性點であつてそれより下るに従つて酸性域となり酸味が強くなるのである。そして丁度 $\frac{n}{10}$ HCl が呈する位の酸味を以て PH 價を約 1 とするのである。7 より上るに従つてアルカリ域となるのである而して丁度 $\frac{n}{10}$ NaOH が有する程度のアルカリ性を以て PH 價を 13 とするのである。

さて現今歐米に於て品質のよいパンを製造して居る所では生パンの酸性度がパン製造に當つて最も重要であることを認め且つ實行して居る。之を瞭然と示す爲めに第四圖を掲げて見た。

第 四 圖



これは Copenhagen 市の Carlsberg Laboratorium に於て Dr. Jessen-Hansen 氏が行つた實驗成績である。この曲線は生パンの PH がパンの品質に影響を與へることを示すのである。此處に申すパンの品質とは一定の標準に従つて評定した特性によつて示すのである。第一曲線は1910年に丁抹産の小麥粉二等品に就て行つた試驗結果であつて生パンを作る時には唯々加へる磷酸の量を異にただけでその他の操作條件は全く同一に取り扱つて見た。その結果生パンの PH 價は異なり而もその價は磷酸の添加量が増加するに従つて減じて來て居る。第二曲線は1922年丁抹産の單一小麥粉に就て行つた試驗結果である。但しこの場合には生パンを酸性にするためには乳酸を用いたのである。是等の曲線によつても明らかなやうに生パンの PH 價が5に達する迄は酸の添加量に従つてパンの質が高上して居るが PH 價が5を越ゆれば生パンの酸味が増すに従つてパンの品質は害はれる。この二つの實驗は Carlsberg Laboratorium に於て品種が相異つた多數の小麥粉に就て行つた實驗のうち二つだけ抜述したのであるが其の他各地の研究所にて行つた試驗も亦同様な結果を示して居る。

斯かる研究を経て生パンのPH價はパンの品質を左右する重要な要因であることが證明されたのである。

そこで次の問題はかうゆうこになる。このPH價即水素イオン濃度が何故にパンの品質に影響を及ぼすかといふこである。

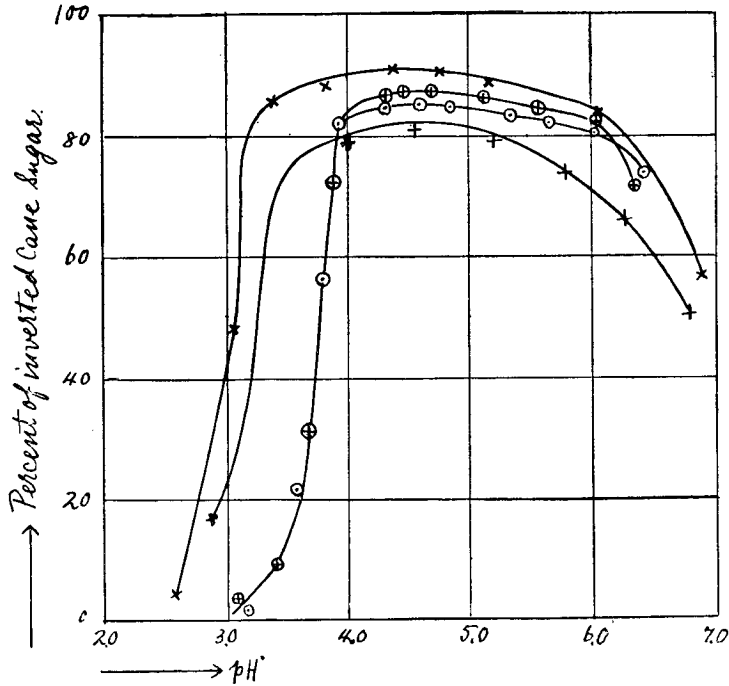
換言すれば小麦粉の如何なる物質が又生パンの調製に於て或はパンの醸焼に於て如何なる操作が水素イオン濃度の變化によつて影響せらるゝか。

私等はこの場合二つの複雑した影響を考へることが出来る。即ち水素イオンの濃度は第一に小麦粉及び酵母中の酵素の働きに對して最も重要なものである。第二には小麦粉中の物質特にその蛋白の物理化學的狀態に對して極めて重要な役目を果すのである。今此の點に就て項を分ちて説明しやう。

其の二 水素イオン濃度ニ酵素の作用

先づ水素イオン濃度ニ酵素作用との關係を一般的に説明するためにPH價ニ酵素作用との關係を圖示する曲線を掲げて見やう。

第 五 圖

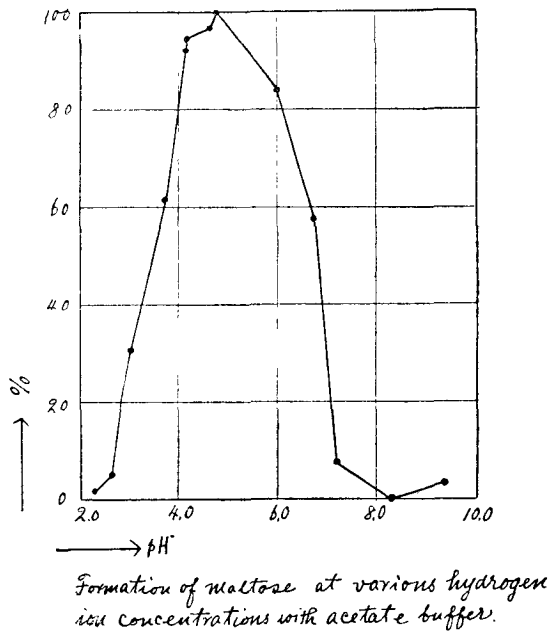


第五圖は Invertase の作用を示すものである Invertase は母酵中に存在する酵素であつて蔗糖を葡萄糖と果糖とに分割する力を持つて居るものである。この圖は Carlsberg Laboratorium にて行つた實驗成績のうちその一つを掲げたのである。

此の結果によれば Invertase の最適活動域は PH 價にて 4.5 乃至 5 の所である。そして PH 價が下れば其の作用も亦急激に減少するのである。

第六圖は麥芽ヂアスターゼに就ての曲線である。

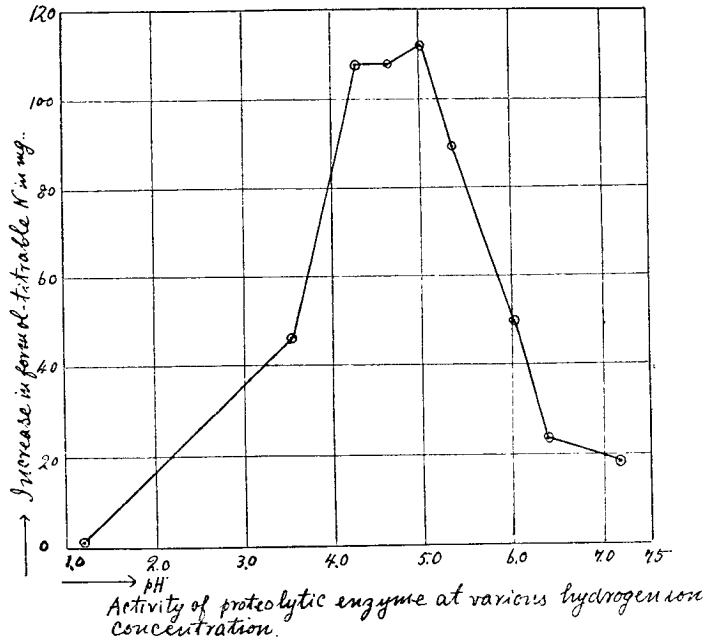
第 六 圖



御承知のやうに麥芽は澱粉分解酵素たる Diastase を含蓄して居る。澱粉を分解して麥芽糖と糊精とになす酵素である。第六圖の曲線によれば Diastase は PH 價が約 5 の所にて最適の活動をなすのである。

次に第七圖は麥芽中の蛋白分解酵素と PH 價との關係を示したものである。此の酵素も亦 PH 價が約 5 の所にて最適の活動をなすのである。

第七圖



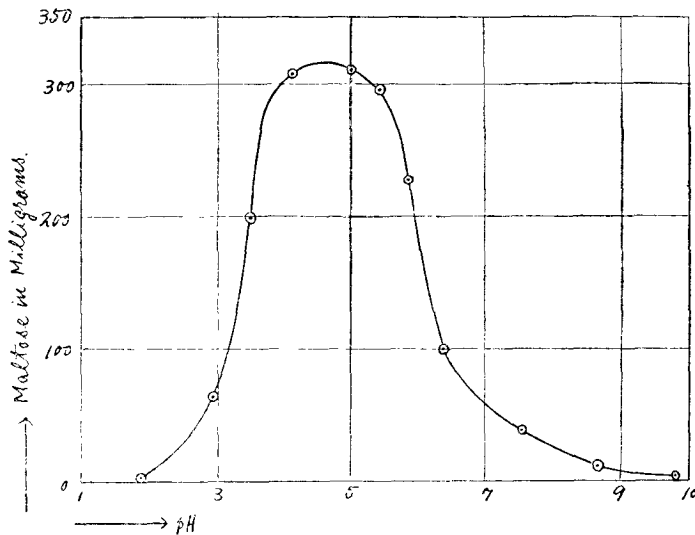
さて以上に掲げた結果によればすべての酵素の活動の場合は兎も角もしてこゝに例示した酵素の活動に對しては PH 價にして 5 或はその附近の水素イオン濃度が最上の條件となるのである。そこで私は再び生パン特に小麦パンに就てこれらの事柄を考へて見やう。生パンの中にはどんな酵素作用が營まるゝのであらうか。

生パンの中で營まれる酵素作用のうちで最も重要なものゝ一つは澱粉を分解する酵素作用である。即ち麥芽中にある Diastase に相當する酵素作用である。此の酵素が作用する結果生パンの中では澱粉から麥芽糖が生成される。そして麥芽糖は更に酵素の作用によつて分解されて葡萄糖になる。之が更に酵素に働かれて酒精と炭酸瓦斯になる。即ちアルコール醱酵を營むのである。そして其の際に生ずる炭酸瓦斯が生パンをふくらますのに重要であることは此處では申しあける必要もあるまい。

抑もパンを膨焼させる爲めに必要な炭酸を發生するためにはそのもこになる砂糖を充分持たねばならない。この炭酸のもこになる砂糖は勿論生パンの中へ加へてもよろ

しいのである。現に蔗糖或は葡萄糖を加へることは稀ではない。けれども最もよい方法は生パンの中の澱粉から直接に生ずる葡萄糖を持つことである。夫故に生パンの中又は小麦粉の中に Diastase が充分含まれて居ることが必要條件となつて來るのである。故にパン製造者は實際に於ては生パンの中に少量の麦芽を加へることも屢々である。そして小麦粉の Diastase も亦麦芽 Diastase と同じく PH 價 5 の所にて最も強く働き得るのである。第八圖は Rumsey (American Institute of Baking) が小麦粉の Diastase に就て研究した結果の一例である。

第 八 圖



此の圖によるも小麦粉の Diastase は PH 價 5 又はそれよりもやゝ小なる所にて最も強く働き得るのである。これによつて考へて見るも生パンを作る際には小麦粉が Diastase を充分含蓄して居らねばならんことは勿論のこと生パンは Diastase が充分働き得る程度の水素イオン濃度を含んで居るか又は醗酵の途中にこれを作るべきことが大切となるわけである。又此の曲線によつて明白なやうに PH 價 6 の所にては Diastase の効價が PH 價 5 の所に比して僅かに半分となる。

以上例示したやうに酵素の活動には水素イオン濃度が大きな影響を及ぼすのである。而して生パンの醗酵中には酵素が充分適度に働いた時にはじめて滋味なパンが醸焼さ

れる理である。勿論此の醗酵中には小麦粉中の澱粉の外に蛋白質脂肪等も酵素の作用を適度に蒙るべきである。歐米のパン製造者が生パンの酸性度を $\text{PH}=5$ になすのも上述の如くに酵素作用を適度に發揮せしめんが爲めである。

其三 水素イオン濃度と生パン蛋白の物理化学的性質

小麦粉の中では Gluten と稱する蛋白が最も主要なる窒素質物である。然し Gluten の他に小麦粉中には少量の Albumin 及び Globulin 其の他此等の分解産物が含まれて居る。Gluten は Gliadin と Glutenin との合體であつてパン製造上重要な役目を果すものである。即ち Gluten は水を吸収して強靱にして弾性ある塊となり而も生パンの醗酵によつて生じた炭酸をよく保持して生パンを膨焼させる。従て Gluten の量と質特にその物理化学的性質はパン醸焼に當つては大切な要素となるのである。是に於て小麦蛋白の物理化学的研究は食料品製造工業上大なる意義を見出すのである。小麦蛋白の化学的研究は従来とても盛んであつた。T. B. Osborne 氏の如きは植物蛋白に關連して小麦蛋白を研究し其の組成アミノ酸の種類を決定した。けれども之等の研究は研究結果によつて利益を得ることを真隨とする工業とは何等の連絡がなかつた。

然るに生パンの醗酵中其の小麦蛋白の物理化学的性質の變移はパンの品質に大なる影響を與ふるものである。而してこの蛋白の物理化学的性質の變移は生パンの水素イオン濃度に密接な關係を持つのである。歐米の研究者は此の點に着目して盛に研究を續けて居る。

私は今此の問題に就ては是れ以上述べまい。けれどもそれは別の方面に於て而も歐米の營養化学者も雖も未だ氣づかない部門に就て更に一言述べやう。

第三 蛋白の凝固と其の應用

生パン醸焼中蛋白は凝固轉形するのである。此の兩作用に對する水素イオン濃度の働きに就て一考して見やう。

蛋白の凝固作用に關しては二つの作用を區別して考へる必要がある。その一つは熱による所謂 Denaturation である。此の作用によつて蛋白は化学的變化を起し屢々蛋白から水が脱出する。そして或る時には Denaturation と同時に軽い分解作用が起る。

第二の作用は Denaturated Protein が雪出又は沈澱することである。この二つの化學作用に對しては水素イオンの濃度が甚だ重要な要素なるのである。蛋白質の Denaturation とその作用に隨伴しておこる分解とは水素イオン濃度が高くなるのに從つて速かに且つ強く行はれるが其の關係は雪出作用とは全く違つて居る。

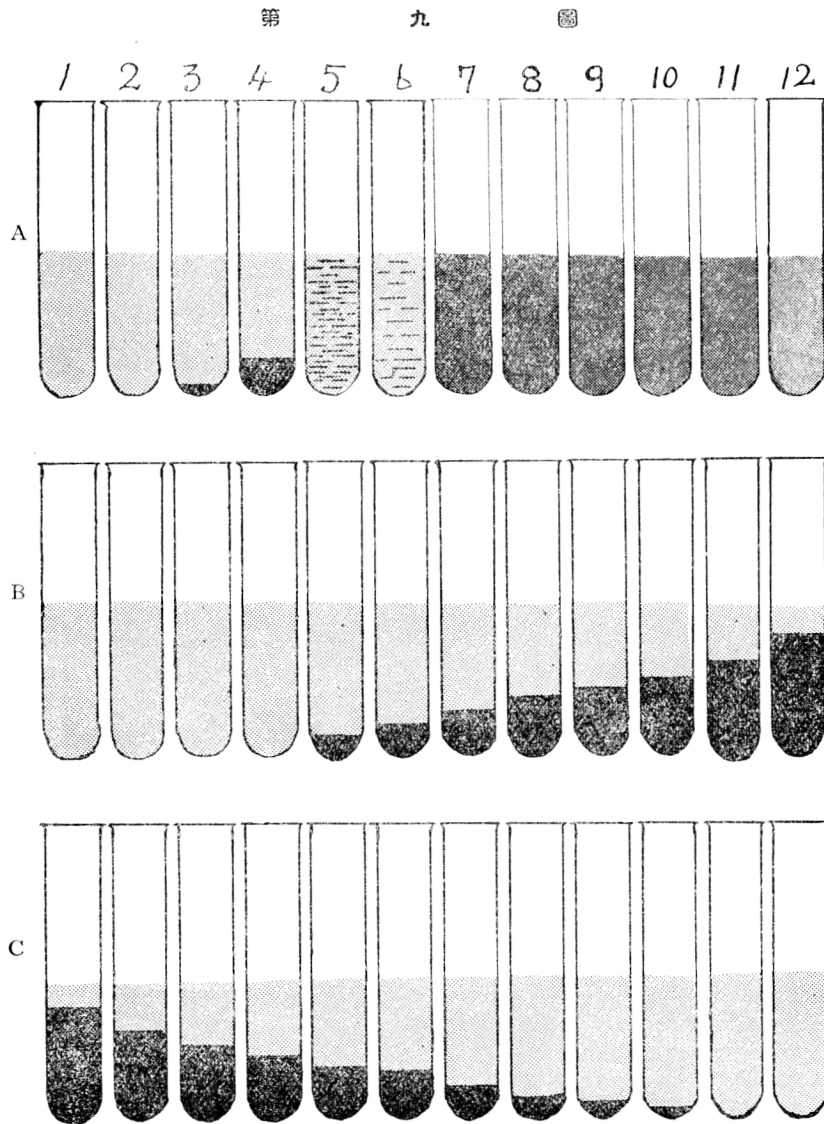
個々の蛋白質にまつてはその Denaturated Protein が最もよく沈澱する時の水素イオン濃度は特定して居る。此の水素イオン濃度は Albumin に對しては PH 價にして約 4.8であつて之を通稱その蛋白質の等電點と稱して居る。そして水素イオン濃度が其の蛋白質の等電點からはなるに從つて Denaturated Protein の沈澱は困難となつて益々膠狀となるのである。

この要點は蛋白質の熱による轉形にまつては重要である。今このことを小麥蛋白に就て説明することは出来ないが——未だ小麥蛋白に就てこの種の研究がないから——他の蛋白質即ち純粹な Egg-albumin に就て行つた實驗成績を紹介して上述のことを説明しやうと思ふ。所で序であるからこの機會を利用して蛋白質の特性が他の工業例へば麥酒醸造にまつて如何に有意義であるかを併せて述べよう。

第九圖 A に於けるやうに 12本の試験管内へ 40-50mg. の Egg-albumin 懸濁素を含む純 Egg-albumin 溶液 5c.c. 宛入れ更に 15c.c. の水及び鹽酸を入れて見る。但し此處に水と鹽酸を入れる様式は先づ左端の試験管には水のみ 15c.c. 入れ右方に行くに從つて鹽酸の添加量を増加し右端の試験管には 0.01n 鹽酸を 15c.c. 入れるやうにする然る後温浴中にて 60°C 乃至 65°C にて 15分間熱すれば第九圖 A のやうになる。第 1 號と第 2 號は全く透明であるが第 3 號乃至第 6 號は沈澱を生じて居る。特に第 4 號に於て沈澱が著しい。その他には沈澱は生じないが半透明となつて居る。そして試験管の番號が進むに從つて半透明の度が減少して居る。一見した所 Albumin の凝固は第 3 號乃至第 6 號の所に於てのみをこりその部分の水素イオンの濃度が Albumin の等電點に接近して居るやうである。所が實際はさうではない。今これを濾過すれば第 1 號乃至第 6 號は易く且つ清澄に濾過されるが其の他のものゝ濾過は極めて困難である。そこで常温に於て適當な Buffer mixture(醋酸と醋酸曹達)を加へて見る。この Buffer mixture はこれ等すべての濾液に Albumin が雪出する爲めに最適な水素イオン濃度即ち PH

價にして 4.8 を與へる。即ちその場合は第 3 號及び第 4 號を除いた外はすべて沈澱する。(第九圖B参照)

そこでこれらの試験管内には Albumin の雪出に對して最適水素イオン濃度が含まれて居るからして Denaturated Aibumin はすべて沈澱する。故にこれらを再び濾過致し濾液を前のやうに熱する時には濾液中に Non-denaturated Eggalbumin が残つ



て居れば今度は Denature して沈澱するわけである。第九圖Cはこの最後の加熱によつて第1號から第9號迄に於て生じた沈澱を示すものである。沈澱した蛋白の量は酸の添加量が少きに從つて多くある。

注意を求め度き點は此の點である。酸を多く含んで居る溶液中の Egg-albumin は(圖に於ては右端のもの) 第一回の加熱によつて完全に denature してしまつたのである。けれどもその時には沈澱は少しも生じなかつた。何となればその水素イオンの濃度が最適雪出よりは遙かに高かつたからである。他方に就て見れば第一回の加熱によつて最も多く沈澱したもの即ち第4號は完全には denature しなかつたのである。夫故に第二回の加熱の時には多量の沈澱を生じて居る。然し第一回の加熱によつて denature したものは第4號の水素イオン濃度が最適雪出點であつたからしてすべて沈澱して除かれたのである。(第九圖B参照)

即ち他の條件が同じだますれば溶液中の水素イオン濃度が高きに從つて Denaturation の割合が大きくなる。けれども Denaturated Protein の 雪出はその等電點或はその附近に於てのみおこるのである。

翻つて麥酒醸造の時の麥汁の煮沸のこまを考へて見やう。其の場合には凝固性蛋白がdenature せられるこまが必要であるばかりでなく沈澱せられるこまも必要である。若し其の際に沈澱しないならばあまになつて極めて除々に沈澱して所謂麥酒に濁りを與へるのである。故に麥酒醸造者は麥汁の水素イオン濃度が蛋白の等電點の附近にあるや否やを見なければならぬ。麥酒醸造に用ふる水は一般にアルカリ性の夾雜物を含んで居る。然るに麥芽は酸性の夾雜物を含んで居るのである。故に互に中和されるのである。戰爭中歐洲に於て麥酒醸造家は何れも麥芽を節約した。そして水の量は依然として減少させなかつた爲めに麥汁中のアルカリ性夾雜物が増加した。換言すれば麥汁がアルカリ性になつたのである。夫故に蛋白の沈澱は不完全になつたのである。從つて當時の麥酒は長期間貯藏するこまが不可能であつた。けれどもこの困難は麥汁を微に而も系統的に酸性化して所望の水素イオン濃度に達せしめるこまによつて易く除くこまが出来るのである。

此の方法の效果は誠に顯著であつて麥酒の品質を高め其の優秀なる品質を長く保留

する上に有効である。本邦に於ける醸造者も此のこゝを技術上加味すれば更に優秀なる酒類を醸造して之を海外へ輸出するこゝが出来やう。

以上は唯々化學的研究の結果が食料品製造工業に利用せられ直接効果を奏して居るこゝを一二例示したに過ぎない。諸君のうちには恐らくパンを作り米飯を炊き漬物を作るのに難解なる化學的研究の必要を見出さない方もあるだらう。けれども食料品をして其の品質に於て味に於て滋養價に於て益々向上せしめんとするには根本的研究を必要とするこゝは上述の例によつて明白であらうと思ふ。