

麴デアスターゼに関する研究 (續)

徳 岡 有 三

第 2 編 麴デアスターゼに対する外的条件

既往の麴デアスターゼに関する研究を見るに、それを単一な酵素として取扱つてゐる。麴デアスターゼに対する外的条件に就ては従来多數の報告を見るが、それを構成する個々の酵素に就て比較した例は殆んど見當らない。第 1 編に詳論せし如く、麴デアスターゼには α -アミラーゼ及びマルターゼの他に相當量の β -アミラーゼが實在するを以て、従來の研究に就ては再吟味を要する事柄が少くない。

本編に於ては第 1 編に述べた方法により調製せしマルターゼ及び β -アミラーゼの兩者を含まぬ α -アミラーゼ竝に α -アミラーゼを含まぬマルターゼに富む β -アミラーゼの 2 種の酵素剤を實驗に供して、 α -、 β -アミラーゼ及びマルターゼに対する 2, 3 の外的条件の影響を比較した。

第 3 章 水素イオン濃度の影響

水素イオン濃度は酵素反應に對して影響を及ぼし、酵素の作用を旺盛ならしむるには水素イオン濃度の一定度を必要とすることは廣く知られた事實である。水素イオン濃度は又酵素の安定度に對しても著大なる作用を及ぼす。

麴デアスターゼの酵素作用に對する pH 價の影響に關しては多數の研究がある。⁽²⁶⁾ SHERMAN は始めてタカデアスターゼの OP, pH は 4.8 なるを報告し、其後大島氏は ⁽²⁷⁾ 4.8~5.2 (精製麴菌酵素)、⁽²⁸⁾ 松本氏は 4.1~4.4 (米麴の水抽出酵素液) 及び 5.0 (タカデアスターゼ)、兼氏は ⁽²⁹⁾ 4.4 (米麴の水抽出酵素液)、⁽³⁰⁾ 杉山氏は 4.9 (タカデアスターゼ)、⁽³¹⁾ 室田氏は 5.0~5.4 (麴菌を液體培養して菌絲より抽出せるもの) なるを報告してゐる。即ち米麴の水抽出酵素液は pH 4.1~4.4、他のデアスターゼは pH 4.8~5.4 に OP, pH を有する。

上記の如く研究者により麴菌デアスターゼの糖化作用に對する OP, pH が異なるのは、供試デアスターゼの種類が夫々一定ならざる事が大きな理由の一つと考へらる。殊に之等の結果に於て興味ある事柄は、米麴のデアスターゼが他の麴菌デアスターゼよりも小なる OP, pH を示すことで、従來その理由に就ては明かでなかつた。

一般に酵素の OP, pH は絶對的なものではなく、種々の條件に左右されることが知られてゐる。⁽³²⁾ 喜多、北野氏等はタカデアスターゼの OP, pH は温度の高き程又酵素濃度の稀薄なる程大となるを指摘した。最近 ⁽³³⁾ CALDWELL はタカデアスターゼの糖化竝に糊精化作用に對する最適條件は 40°, 30 分間の作用では pH 5.0 (醋酸調節液) と 0.05m 食鹽の存在にして食鹽が存在せざる時は

OP, pH は 5.3~5.5 に移動すると報じてゐる。⁽²²⁾ 北野氏はタカアミラーゼの OP, pH は最初は 5.0 附近なるも作用時間の持続に伴ひ次第に大となるを指摘してゐる。

麴デアスターゼの OP, pH はそれを構成する酵素の OP, pH の綜合されたものと考へられるから構成酵素の個々に就て其等の値を決定し置くを要することは論ずる逆もないが、 β -アミラーゼに關しては勿論報告されてゐない。

マルターゼに就ては、COMPTON⁽³⁴⁾ は 3.0 (35.5°) 及び 7.2 (47°)、LEIBONITZ⁽³⁵⁾ は 4.0~4.5 なるを報告してゐる。

次に麴デアスターゼの作用しうる pH 價の範圍に就ては從來報告されしものは少い。⁽³⁶⁾ 大島氏はタカデアスターゼが作用しうる pH 價の範圍は 2.4~9.0 なるを指摘し、⁽³⁷⁾ 中村氏は 2.4~9.5 に於ても作用しうると報告してゐる。

酵素作用に對する pH 價の影響を考ふるに際しては、酸又はアルカリによる酵素の不活性化作用を考慮しなければならない。殊に酵素作用の存續しうる pH 價の極限の如きは、酵素の破壊と密接なる關係にあるものと考へらる。酵素の安定度は pH 價のみならず溫度及び共存物質に影響されるから pH 價のみに就て單獨に考へることは出来ないが、本章に於ては主として pH 價の及ぼす影響に就て述べる。

大島氏⁽³⁶⁾ はタカデアスターゼを異る pH に 1 時間放置し酵素が不活性化する有様を検し、15° に放置せし時は、pH 4.14 以下の酸性 8.4 以上のアルカリ性に於ては酵素力減少し、pH 2.5 以下及び pH 9.58 以上では大部分が破壊する。55° に放置したる場合に比較的安定なるは pH 6.41 にしてタカデアスターゼの OP, pH である 5.2 附近は遙かに不安定なるを指摘した。⁽³⁸⁾ 川本氏はタカデアスターゼに就てその酸又はアルカリ障害後の復活現象に就て報告し、⁽¹⁷⁾ OHLSSON はタカデアスターゼの安定度に對する pH 價の影響に關して詳細なる實驗を行つてゐるが、それを要約すれば次の如くである。

タカデアスターゼ溶液を室溫 (18~20°C) にて種々の pH 價に放置するに、pH 0 又は 0.56 の如き強酸性液或は pH 11.69 又は 12.54 の如き強アルカリ性液に 10 分位放置するも酵素液を中和して pH 6~7 となし約 1 時間放置すれば作用力の 1 部を回復する。タカデアスターゼの酸又はアルカリ障害後の回復作用は pH 6~7 にて最も良好にして、1~2 時間で殆んど回復の平衡に達する。最も安定なるは pH 5.27~8.25 である。

第 1 節 酵素作用に對する pH 價の影響

I. 最適水素イオン濃度

供試酵素液 α -アミラーゼは第 1 章第 1 節に述べた方法により調製した。該酵素液にはマルターゼ及び β -アミラーゼを含まない。 β -アミラーゼ及びマルターゼは第 2 章第 2 節第 1 法によつて調製し再度酒精にて精製せしもので α -アミラーゼを含まない。

實驗方法

酵素作用に對する OP, pH は作用時間に左右されるものと考えらる。何故ならば酵素の安定度は pH 價に左右されるから作用時間が長期に亘る時は安定度に對する pH 價の影響が増加し來るからである。従つて酵素反應に對する pH 價の影響を測定するに當り、可及的短時間酵素を作用せしめて得たる値は眞の活性度に近い筈である。然しながら實際問題としては長時間作用せしめる場合も必要なるは論ずる迄もない。

上述の理由から、作用時間が30分又は1時間の場合によつて活性度を求め、酵素力測定の実際を考慮して5時間作用せしめた場合をも檢した。而して作用時間のみならず酵素濃度も亦考慮すべき事柄であるから作用時間が30分又は1時間に於ける分解量が OP, pH に於て40%を超過せざるやう酵素の適量を作用せしめた。その理由は分解量が此の範囲にある時は之等の酵素の反應速度は一分子反應に従ふからである(第1章第2節第2章第2節)。

調節液：マクイルヴェン氏調節液 (0.1m 枸橼酸+0.2m Na_2HPO_4) を使用。

pH 價の測定：鈴木商店發賣標準比色測定器による。

糖化作用の測定：2%基質液 25cc+調節液 10cc+水 10cc+酵素液 5 cc+トルエン (40°)。

糖分の定量：作用液 5 cc に就き、 α -ミラーゼは SCHOORL 法によりマルターゼは WILLSTÄTTER & SCHUDEL 法により測定。

酵素力の計算： $K = \frac{1}{t} \log \frac{a}{a-x}$ に於て a の値は α -ミラーゼ：52.6mg 麥芽糖 (理論値) β -ミラーゼ：55.6mg 葡萄糖 (理論値) マルターゼ：2.63cc 0.1nJ 又は 47.37mg 葡萄糖 (實測値) による。

實驗成績

第17表 活性度と pH との関係

(A) α -ミラーゼ

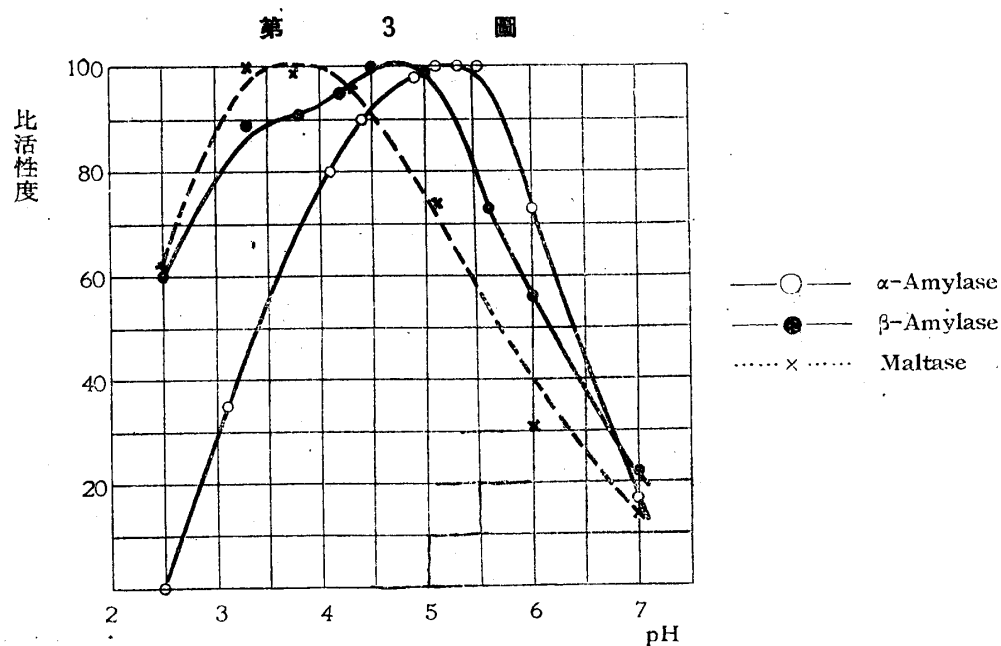
pH	麥 芽 糖 (mg)		K · 10 ³ (30 分 後)	比 活 性 度 (30 分 後)
	30 分 後	5 時 間 後		
2.5	0.20	0.10	0	0
3.1	6.49	8.19	191	35
4.1	13.91	26.08	445	80
4.4	15.29	30.14	497	90
4.9	16.33	33.71	538	98
5.1	16.66	34.37	551	100
5.3	16.66	35.03	551	100
5.5	16.66	35.25	551	100
6.0	12.81	33.22	404	73
7.0	3.25	25.52	92	17

(B) β -アミラーゼ

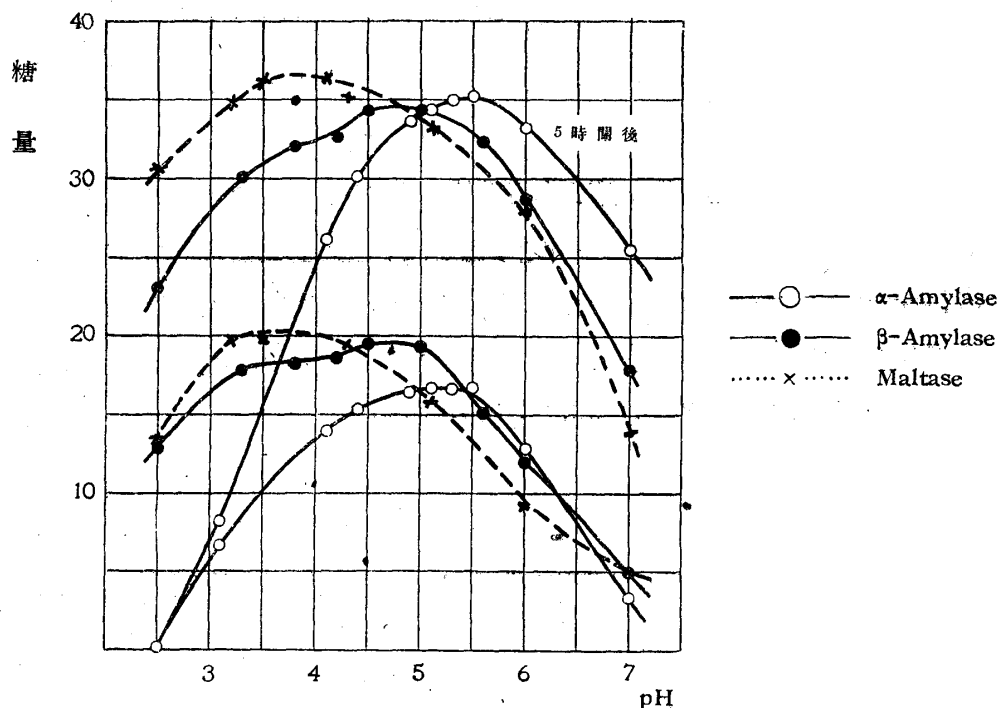
pH	葡 萄 糖 (mg)		K · 10 ⁵ (1時間後)	比活性度 (1時間後)
	1 時間 後	5 時間 後		
2.5	12.73	23.04	188	60
3.3	17.78	30.77	279	89
3.8	18.21	31.96	287	91
4.2	18.74	32.73	298	95
4.5	19.58	34.41	314	100
5.0	* 19.36	34.32	310	99
5.6	15.08	32.30	229	73
6.0	11.96	28.64	175	56
7.0	4.97	17.82	68	22

(C) マルターゼ

pH	N/10 10 (cc)		K · 10 ⁵ (1時間後)	比活性度 (1時間後)
	1 時間 後	5 時間 後		
2.5	0.76	1.70	247	62
3.2	1.11	1.93	397	100
3.5	1.10	2.02	392	99
4.1	1.11	2.02	397	100
4.3	1.08	1.95	383	96
5.1	0.88	1.86	295	74
6.0	0.41	1.55	123	31
7.0	0.19	0.77	54	14



第 4 圖



考 察

第17表及第3圖、第4圖に就て考察するに次の如し。

pH 2.5 に於ては、 α -アミラーゼの作用力は皆無なるも、 β -アミラーゼ及びマルターゼは OP, pH に於ける約60%の作用を保持する事は注目に値する。この事實は供試 α -アミラーゼ製品には β -アミラーゼが存在しないことを示すと同時に、麴アミラーゼには澱粉を直接に糖化する2種のアミラーゼが實在する事を證するものであると考へる。

活性度に對する OP, pH は、 α -アミラーゼ：5.1~5.5、 β -アミラーゼ：4.5~5.0、マルターゼ 3.2~4.1 なる結果を得た。而して α -アミラーゼの OP, pH は5時間後には 5.5 に移動してゐるが、この現象は既に北野氏⁽²²⁾により指摘されし事柄であつて、著者も同様の事實を認めてゐる（第1章第2節⁽³⁵⁾）。マルターゼの OP, pH も亦作用時間に伴ひ幾分アルカリ側へ移動するが、LEIBONITZ⁽³⁵⁾によればその OP, pH は 4.0~4.5 で、恐らく同氏の實驗に就て見る如く供試酵素液の濃度が著者の場合より稀薄なりしたために稍々 OP, pH として大なる値を得たものと考へる。

以上考察せしところよりして、實際上は、殊に酵素液が稀薄なる場合には、マルターゼ：4.5、 β -アミラーゼ：5.0、 α -アミラーゼ：5.5 附近にて作用せしむるのが無難であると思ふ。更に之等の酵素が混合せる場合、同一作用條件に於ける之等の活性度を比較するが如き際は pH 5.0 にて作用せしむるのを妥當と考へる。

各種麴デアスターゼの OP, pH 既往の報告を見るに、米麴デアスターゼのそれは他の麴菌デアスターゼのそれよりも小である。その理由に就ては從來明かにされてゐないが、第7章第4節に指

摘せし如く米麴には他のものに比較すると比較的 α -アミラーゼが少く β -アミラーゼ及びマルターゼが顯著に強力である。殊に米麴の水抽出酵素液には α -アミラーゼが著く小である。而して上の結果の示す如く β -アミラーゼ殊にマルターゼの OP, pH は α -アミラーゼのそれより遙かに小である。之等の事實を綜合するならば、米麴のデアスターゼの OP, pH が他の麴菌デアスターゼのそれよりも小なることが明確に諒解される。第7章第4節に述ぶる如く、タカデアスターゼ及び米麴以外の麴デアスターゼは主として α -アミラーゼよりなる故、殊に酵素濃度が小なる時は、其等の OP, pH は大體上記 α -アミラーゼの値と一致する筈であるが、既往の結果は明かにこれを證明してゐる。然しながらタカデアスターゼに於ても酵素濃度が大にして作用時間が長期に亘る時はマルターゼの影響が顯著となるからその値は幾分小となるであらう。

II. pH 價の極限

0.1m 枸橼酸+0.2m Na_2HPO_4 及 0.2m Na_2HPO_4 +0.2m Na_2CO_3 により作用液の pH 價を既知の値となし、40° に 20時間作用せしめ第18表を得た。但し酸性側は第3圖及第4圖から Interpolation によつて求めた。

第18表 作用し得る pH 價の極限

pH	α -アミラーゼ	β -アミラーゼ	マルターゼ
	麥芽糖 (mg)	葡萄糖 (mg)	葡萄糖 (mg)
5.3	33.44	34.07	31.88
7.0	30.58	24.03	27.20
7.8	24.75	17.25	10.18
8.6	12.15	10.62	2.52
9.4	1.00	6.98	1.26

即ち3酵素の作用し得る pH 價の範圍は、大約 α -アミラーゼ：2.5~9.5、 β -アミラーゼ：ca 1.5~10.0、マルターゼ：ca 1.5~9.5 である。即ち α -アミラーゼは他の2酵素に比較して作用しうる pH 價の極限值殊に酸性側に於けるその値が小である。之れは次に述ぶる安定度と pH 價との關係より一層明確に諒解し得る。

第2節 安定度に對する pH 價の影響

I. 最適水素イオン濃度

實驗方法

供試酵素液は前節に同じ。

酵素液の處理：酵素液 15 cc にマクイルヴェン氏調節液 5 cc を加へて所要の pH となし、40° に20時間放置した後酵素液 5cc に就て pH 價を測定し、酵素液 10cc に計算量の 0.1m 枸橼酸又は 0.2m Na_2HPO_4 を加へて pH 5.0 とし水を和して全量を 15cc とした後酵素作用を測定した。

た。

酵素作用の測定：マルターゼ及 β -アミラーゼの作用条件は前節に同じ。但しマルターゼは pH 4.5、 β -アミラーゼは pH 5.0 にて何れも 1 時間作用せしめた。

α -アミラーゼ作用力の測定：pH 5.0 に於て糊精化作用を測定した。その方法は次の如し。

0.5% 可溶性澱粉液 (メルク製 LINTNER 氏可溶性澱粉) 100cc に M/10 醋酸調節液 20cc を加へトルエン数滴にて防腐し 40° に 30 分間保ちたる後適當に稀釋した酵素液 1~5cc を加へて 40° にて作用せしむ。時々作用液 10cc を豫め N/20 沃度液 0.2cc を盛れる試験管中に注下する。沃度反應が微褐色より黄色に變化するところを終末點としそれに要する時間を測定して酵素力を求めた。沃度反應の消失が早きものはそれを稀釋して 10~60 分にて終點を求めうるやうになした。作用時間が 2 時間以上になるも終末點を示さないものは作用液の澱粉量を減少した。

沃度液による呈色反應は澱粉糊液の性質と濃度及添加すべき沃度液の濃度によつて著しく異なるから、供試可溶性澱粉はメルク製を使用した。沃度液の濃度が余りに少量であると何時迄も作用液に赤色を呈する微粒を認め終末點を決定し難い。又呈色反應の變化を時間的に觀察するならば大體酵素力を豫想しうべく従つて酵素液の稀釋度及澱粉糊液量は大體に決定しうる。この方法は同時に比較測定すれば可なり精確に糊精化力を求めうる。殊に酵素力の大小の順序は精確に決定される。

酵素單位 は 1cc の酵素液により 40° に 30 分間に糊精化した 0.1% 澱粉液の cc 數 (又は mg) にして [D] を以て表記した。著者の選んだ終末點に於ては [D]=100 なる酵素液は上記 β -アミラーゼの作用条件の下に於ては 30 分間に大約 35~40mg の麥芽糖を生成する。

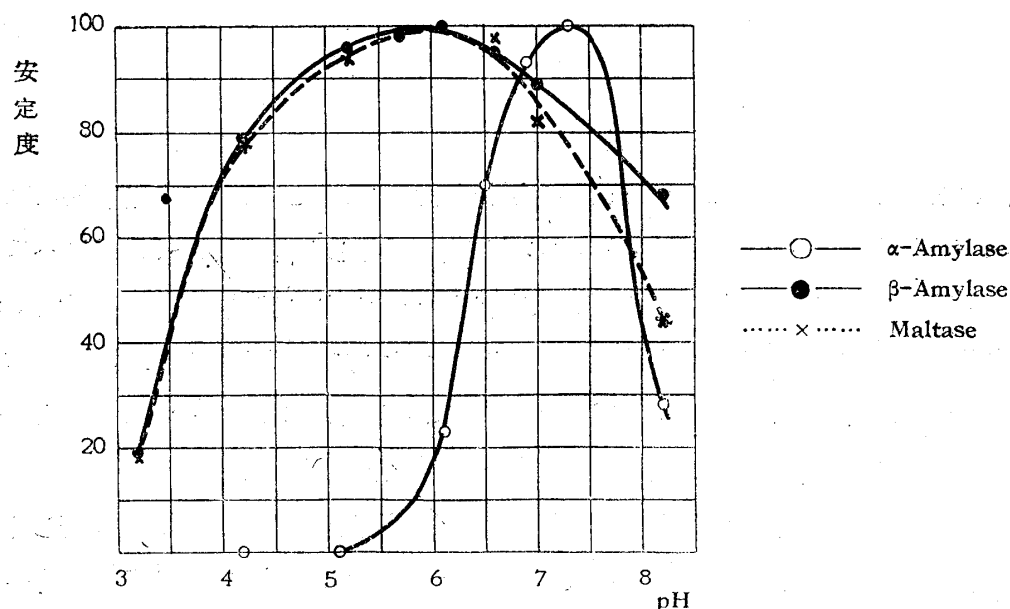
實驗成績並に考察

第 19 表 安定度と pH との関係
(40°, 20 時間處理)

α -アミラーゼ			pH	β -アミラーゼ			マルターゼ		
pH	[D]	比酵素力		葡萄糖	K $\cdot 10^3$	比酵素力	N/10 J (cc)	K $\cdot 10^3$	比酵素力
4.2	1>	1>	3.2	5.31	73	19	0.16	44	18
5.1	1>	1>	4.2	20.29	329	79	0.59	184	77
6.1	56	23	5.2	23.71	402	96	0.70	224	94
6.5	167	70	5.7	24.00	409	98	0.72	232	98
6.9	222	93	6.1	24.42	419	100	0.74	239	100
7.3	240	100	6.6	23.46	397	95	0.72	232	98
8.2	67	28	7.0	22.21	367	89	0.62	195	82
—	—	—	8.2	18.05	284	68	0.36	106	44

第 19 表及第 5 圖に就いて見るに、 α -アミラーゼは pH に對して極めて鋭敏で pH 7.3 に於て稍々安定、 β -アミラーゼ及びマルターゼは共に抵抗性強大で pH の廣範圍に互り安定なるも大約 pH

第 5 圖



6.0 附近が最も安定である。然しながら第5章に述べる如く α -アミラーゼは不純の状態或は保護物の存在する時は pH 7.0~7.5 を中心点として著く安定となる。要之するに β -アミラーゼ及びマルターゼは pH 6.0 を α -アミラーゼは pH 7.3 を安定度に對する最適水素イオン濃度としてゐる。

II. pH 價の極限

I の如くに酵素液に調節液を加へて所要の pH となし 40° に30分間處理後枸橼酸又は Na_2HPO_4 にて中和し20時間作用せしめた。但しアルカリ側は調節液として $0.2\text{m Na}_2\text{CO}_3 + 0.2\text{m Na}_2\text{HPO}_4$ 及 $0.2\text{m Na}_2\text{CO}_3 + 0.2\text{n NaOH}$ の2種による。酸性側は $0.2\text{m KCl} + 0.2\text{HCl}$ による。而して nHCl で處理せし場合は酵素液 10cc に nHCl 10cc を加へ 40° に30分間放置後 mNa_2HPO_4 10cc を加へ酵素液 7.5cc ($5\text{cc} \cdot \frac{3}{2}$) を作用せしめた。

第20表 安定度と pH との関係

(A) アルカリに對する抵抗性

α -アミラーゼ			pH	β -アミラーゼ	マルターゼ
pH	麥芽糖 (mg)	沃度反應		葡萄糖 (mg)	葡萄糖 (mg)
11.8	0	青	12.0	1.60	0.54
11.1	痕跡	微紫	11.5	19.84	15.85
10.5	6.21	赤紫	10.4	23.04	29.54
對照	33.71	無色	對照	24.83	33.32

(B) 酸に対する抵抗性

pH	β-アミラーゼ	マルターゼ	pH	β-アミラーゼ	マルターゼ
	葡萄糖 (mg)	葡萄糖 (mg)		葡萄糖 (mg)	葡萄糖 (mg)
ca 0.6	11.00	3.50	1.9	21.28	13.33
1.3	21.28	11.17	對照	29.07	34.94
1.5	22.24	13.15			

第20表に就て、40° に30分間の處理では安定度に対する pH 價の極限はアルカリ側は α-アミラーゼ : 11.0、β-アミラーゼ : 12.0、マルターゼ : 12.0 である。酸性側は第2章第2節に就て見る如く α-アミラーゼは 40° に30分間の處理では pH 2.5 にて全く不活性化する。β-アミラーゼ及びマルターゼは共に酸に對して抵抗性強大で 0.5nHCl (pH ca 0.6) 中に 40° に30分間處理するも作用力の一部を残す。β-アミラーゼはマルターゼよりも酸及びアルカリに對して稍々抗抵抗性大なるも此性質を利用して兩者を分離することは出来なかつた。

第4章 温度の影響

酵素反應は温度の上昇に伴ひ促進するが或極限を過ぎると反對に減少し遂にその作用を失ふ。それは酵素が熱によつて不活性化する爲と考へらる。酵素反應の行はれる場所が均一系でなく複雑な多相系であるため、化學反應に於て温度上昇の影響として知られた VAN'T HOFF 氏法則は其儘適用されない場合が多く温度10度上昇する毎に酵素反應の温度係數は一般に非酵素的觸媒によるものより小さく、温度係數は 1.5~2.0 が普通である。

酵素反應に對する適温は作用條件に影響されるから絶對的なものでないと考へらる。又酵素の熱に對する抵抗性即ち耐熱性は酵素の種類によつて異なるのみならず同一酵素に就ても溶媒の性質例へば共存する物質、pH 等に左右される。

タカデアスターゼの適温に關しては、大島氏⁽³⁹⁾はそれが 50~55° (精製品) 45~50° (純粋品) にあると報告し、杉山氏⁽⁴⁰⁾は 55° を與へてゐる。

麴デアスターゼの耐熱性に關しては、大島氏⁽³⁶⁾はタカデアスターゼを中性にて1時間加熱するに 50° より破壊し始め 60° で大部分が不活性化するを見た。川上氏⁽⁴¹⁾はタカデアスターゼを 75° に加熱するに2分間で約 1/4 に6分間で 1/50 に60分後には全くその作用を失ふを報告し、山數氏⁽²⁰⁾はタカデアスターゼに就て加熱温度、時間及び不活性化酵素量との關係を試験してゐる。

或種の酵素は加熱により不活性化せしものが放冷することによつて多少作用力を復活することが知られてゐる。三宅、伊藤兩氏⁽⁴²⁾は麴デアスターゼを 95° に加熱後5日間放冷するに作用力を復活し得たと報告し、伊藤氏⁽⁴³⁾は更に進んで麴デアスターゼの耐熱性並に熱障害後の復活作用に對する膠質物の影響に就て詳細なる實驗を行ひ次の如き結論を得てゐる。麴デアスターゼを加熱するに當り膠

質物 (gelatin, alkali albuminate, 可溶性澱粉) の或濃度に於ては之等は保護作用を呈するもそれ以上では寧ろ障害作用を現す。酵素液自體の膠質度はその障害作用に重大なる影響を及ぼすもので一般に濃度減少する程障害程度を著しく減少する。加熱時間の緩急も亦その障害作用に影響し急速なる程障害程度大となる。膠質物保有酵素液の加熱放冷後の復活現象は陰性又は一層酵素力の減退するものあり、共存物質は酵素が一度不作用態となりしものゝ作用的形態に覺醒すべき機會を與へず酵素自體の吸着を起すものと認む。酵素の復活現象は加熱當時の酵素濃度の小なる程、加熱後速に稀釋し置く程復活作用大なるものありと。OHLSSON⁽⁴⁴⁾ はタカデンプスターゼに就て熱障害後の復活現象を指摘してゐる。即ちタカデンプスターゼを 90° に 10 分間加熱するときには殆んど不可逆的不活性化を齎すが 90° に 3 分間の加熱なるときは好條件下に於ては熱障害を受けた酵素は室温に放冷すると作用力の一部を復活する。90° に 3 分間加熱する場合 pH 6.4 附近で加熱後 pH 6.5~7.4 (最適 pH 7.2) に放冷すると復活最も良好である。澱粉糊の存在はタカデンプスターゼの耐熱性を増加すると。

第 1 節 酵素作用に對する温度の影響

I. 適 温

酵素反應の適温は反應液の pH 價に影響されると考へらる。殊に適温附近は高温度であるから酵素の安定度に考慮を拂ふことが緊要である。21 表に於ては各酵素の酵素作用、安定度 (第 3 章) 及び熱障害後の復活現象 (第 4 章第 3 節) に對する最適水素イオン濃度を考慮して適温を決定した。但し供試酵素液の調製法及作用條件は第 3 章第 1 節に同じで、作用時間は 1 時間、作用液 10cc に就き WILLSTÄTTER 法により糖量を測定した。

第 21 表 酵素反應と温度並に pH 價

(作用液 10cc 中糖量 mg)

作用温度 (°C)	α-アミラーゼ (麥芽糖 H ₂ O)		β-アミラーゼ (葡萄糖)		マルターゼ (葡萄糖)	
	pH 5.5	pH 6.5	pH 5.0	pH 6.0	pH 5.0	pH 6.0
40	67.00	57.63	48.90	45.30	41.06	23.41
50	70.24	63.04	64.47	54.39	53.63	40.34
55	70.24	64.84	65.92	55.29	64.84	40.34
60	61.59	55.47	49.53	39.80	59.43	36.02
65	39.98	39.08	28.10	17.56	39.62	27.02
70	14.95	16.21	11.52	7.65	15.13	5.92

第 21 表に就て見るに、3 酵素の何れも適温は 50°~55° (最適温度 55°) を示し、70° に到れば作用力著しく減少し、75° に於ては殆んど作用しないものの如くである。

I. 温度系数

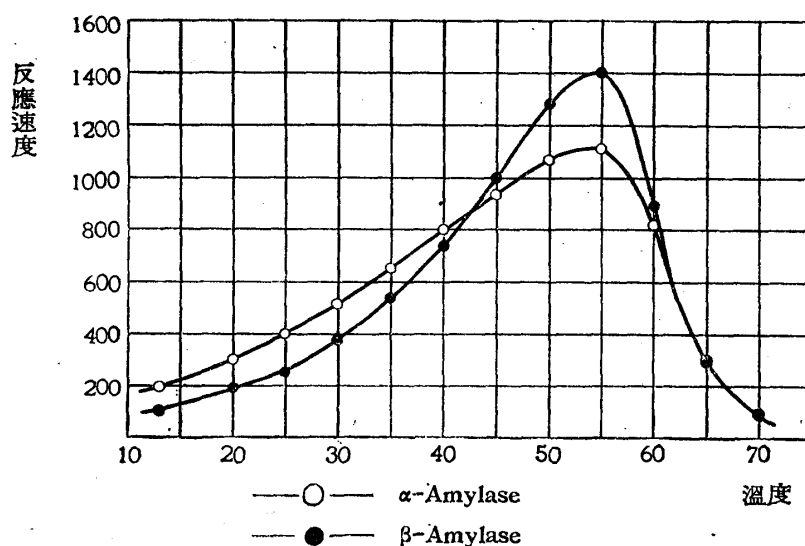
M/10 醋酸調節液を用ひ α -アミラーゼは pH 5.5、 β -アミラーゼは pH 5.0 に於て I と同様にして 1 時間作用せしめた後作用液 10cc に就て SCHOORL 氏法により糖量を測定した。但し第 22 表に於て $k = \frac{1}{t} \log \frac{a}{a-x}$, a の値は α -アミラーゼ : 105.2mg 麥芽糖、 β -アミラーゼ : 111.2mg 葡萄糖である。

本實驗に於て特に考慮したことは第 22 表に就て見る如く、豫め酵素液を適當に稀釋して加檢溫度に於ける反應速度を接近せしめ且つ分解量が何れも 40% を超過せざる様になして實驗結果の精確を期した (第 3 章第 1 節参照)。

第 22 表 酵素反應に對する溫度の影響

反應溫度 (°C)	13	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
酵 素 濃 度 (C)	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1
生 成 糖 量 (mg)												
α -A	24.75	35.75	25.35	31.40	27.28	25.35	20.40	22.88	23.70	25.90	19.58	12.98
β -A	14.58	24.96	17.88	25.60	24.32	25.12	22.88	28.41	30.77	29.58	20.00	12.93
$k \cdot 10^5$												
α -A	194	301	200	257	217	200	156	178	185	205	149	95
β -A	102	184	127	189	179	185	167	214	234	224	144	89
反應速度 K												
α -A	194	301	400	514	651	800	936	1070	1110	820	278	95
β -A	102	184	254	378	537	740	1000	1280	1400	896	288	89
溫度間隔 (°C)	13~20	20~25	25~30	30~35	35~40	40~45	45~50	50~55	—	—	—	—
溫度係數												
α -A	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	—	—	—	—
β -A	2.1	1.8	2.0	1.8	1.8	1.6	1.6	1.2	—	—	—	—

第 6 圖



第 22 表に就て見るに、 α -アミラーゼの溫度係數は溫度と共に直線的に減少するが、 β -アミラーゼは 35° 附近迄殆んど一定の溫度係數を示す。而して α -アミラーゼの溫度係數は β -アミラーゼのそ

れよりも常に小であることは注目に値する。適温は何れも 55° で 70° に到れば作用力著しく減退し、 75° に於ては作用力を失ふものの如くである。

第2節 耐 熱 性

實驗方法 酵素液 10cc にマクイルヴェン氏調節液 2cc を加へて一定の pH 價となし可檢温度にて30分間加熱した後第3章第2節に倣つて酵素力を測定した。但し α -アミラーゼは pH 7.2、 β -アミラーゼ及びマルターゼは pH 6.1 に酵素液の pH を調節した。それは之等の酵素が夫々其等の pH 價に於て最も安定なるを確め得たからである。(第3章第2節)

實驗成績

第23表 耐 熱 性

(A) α -アミラーゼ (米麴)

加 熱 温 度	(D)	比 酵 素 力	加 熱 温 度	(D)	比 酵 素 力
對照	615	100	60	180	29
50	558	91	70	1>	1>
55	462	75			

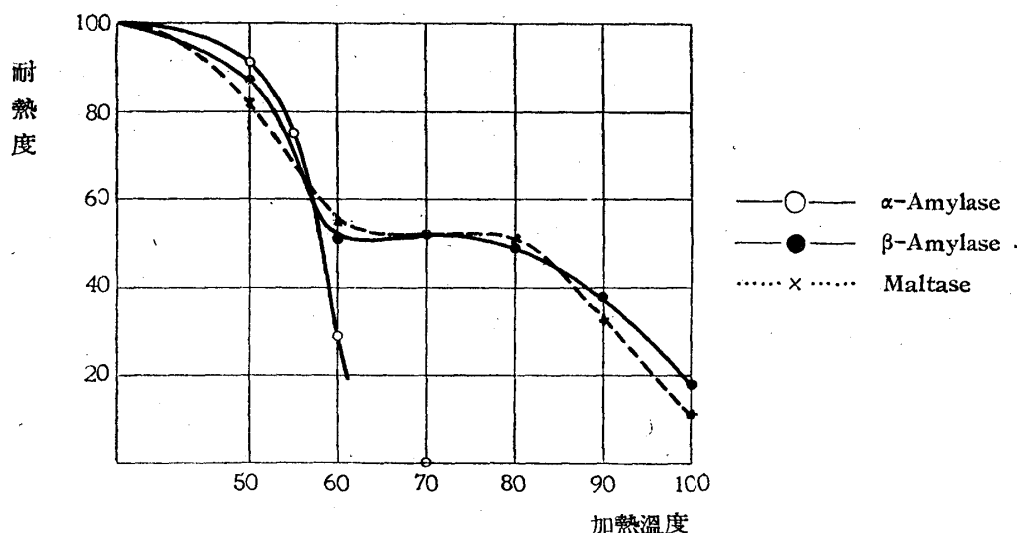
(B) β -アミラーゼ及マルターゼ (米麴)

加 熱 温 度	マ ル タ ー ゼ				β -ア ミ ラ ー ゼ			
	作用時間 (分)	N/10 J (cc)	K $\cdot 10^5$	比酵素力	作用時間 (分)	葡 萄 糖 (mg)	K $\cdot 10^5$	比酵素力
對照	60	1.21	446	100	30	23.68	833	100
50	60	1.04	364	82	30	20.06	648	87
60	120	1.32	252	55	60	23.87	406	51
70	120	1.24	231	52	60	24.06	410	52
80	120	1.22	226	51	60	23.49	397	49
90	120	0.84	143	33	60	19.00	303	38
100	240	0.65	51	11	120	18.71	148	18

(C) α -アミラーゼ、 β -アミラーゼ及マルターゼ (タカデアスターゼ)

加 熱 温 度	ア ミ ラ ー ゼ		マ ル タ ー ゼ	
	糊 精 化 力 (D)	糖 化 力 (N/10 Na ₂ S ₂ O ₃ cc)	作 用 時 間 (時)	N/10 J cc
對照	3400	—	1	0.74
60	470	—	24	0.30
70	痕跡	1.38 (24時間作用)	24	0
80	0	0 (")	24	0

第 7 圖



考 察

第23表 (C) に就て見るに、市販のタカヂアスターゼに於ては澱粉糊精化作用、糖化作用、麦芽糖分解作用の何れもが70°に30分間加熱すれば消失する。この結果は既往の報告と一致する。米麴より分離せる α-アミラーゼは上記タカヂアスターゼと同様に60°に加熱するとその過半を失ひ70°では作用力を消滅する (第23表 A)。然るに β-アミラーゼ及びマルターゼは殆んど耐熱性を等しくし100°に30分間加熱するも明らかに酵素作用の一部を残す (第23表 B)。又之等が加熱温度60~80°に於て殆んど一定の酵素力を保持することは興味ある現象であるが、その理由に就ては次節に述べる。此性質を利用して米麴より α-アミラーゼを含め β-アミラーゼ及びマルターゼの混合酵素液を分離し得る (第2章第2節)。而して前節酵素反應に對する温度の影響に就て見るに、3酵素の何れもが55°に適温を有し70°にて作用力著しく減退し、75°では殆んど失ふがその場合に於ては反應系にある澱粉又は麦芽糖が一定温度迄は保護作用を呈するから (第5章) 之等の酵素は幾分安定の状態にある。

β-アミラーゼ及びマルターゼは驚くべき耐熱性を有するを知り得たが、それは次節に於て述べるやうに加熱により一度不活性化するが放冷によつて再びその一部を復活せしによる。實際前節に見る如く之等の酵素も亦 α-アミラーゼと全く同様に75°に於ては作用しない。

麦芽の α-アミラーゼは β-アミラーゼに比較して耐熱性が強大である。此性質を利用して OHL-⁽¹¹⁾SSON は麦芽の α-アミラーゼを分離してゐる。然るに麴の α-アミラーゼは熱に對して鋭敏であるが、β-アミラーゼ及びマルターゼは極めて安定である。従つて麦芽の α-アミラーゼは熱に對して抵抗性大なるも各種の α-アミラーゼに對して普遍的な性質ではない。麴の α-アミラーゼは熱に對して不安定なるために LINTNER 及 DOESSEL 法⁽¹⁵⁾によつて麴アミラーゼの澱粉液化力を測定することは出来ない。

第3節 熱障害後の復活現象

I. α -アミラーゼ

米麴の鹽類抽出液を酒精にて精製し、酵素液 10cc にマクイルヴェン氏調節液 2cc を加へて pH を調節し、80° に15分間加熱後 25~27° に於て一定時間放冷した後酵素力を檢した。但し原酵素液の $[D]=333$ である。

第24表 α -アミラーゼの加熱障害後の復活現象 (米麴)

放冷時間 (時)	0	2	5	24
pH				
6.0	1>	6	1>	3
6.5	1>	11	13	13
7.3	1>	1>	1>	1>

第24表に就て見るに、pH 6.5 にて加熱せしものは僅かに原酵素力の約4%を復活する。

備考： α -アミラーゼの復活現象に関しては ⁽⁴⁴⁾ OHLSSON の研究を参照されたし。

II. マルターゼ及び β -アミラーゼ

例1. 米麴の水抽出液を酒精にて精製し、第2章第2節第2法によつて調製せる α -アミラーゼを含みぬ酵素液をマクイルヴェン氏調節液で pH 6.0 となし 90° に15分間加熱後室温 (27~29°) に放冷してマルターゼの復活作用を檢し第25表の結果を得た。但し作用時間は2時間。

第25表 マルターゼの加熱障害の復活現象 (例1)
(90°, 15分間加熱)

放 冷 時 間	N/10 J (cc)	K · 10 ⁵	比 酵 素 力
0	0.13	18	7
5.0 分	0.23	32	17
3 時間	0.55	85	45
1 日	0.60	94	49
對 照	1.08	191	100

例2. 第2章第2節第1法により調製した酵素液を30分間加熱後 20~25° に放冷してマルターゼ及び β -アミラーゼの復活現象を観察し、第26表を得た。但しマルターゼの作用時間は4時間、 β -アミラーゼは、1時間にして、マルターゼは作用液 5 cc に就て、 β -アミラーゼは 10cc に就て糖量を測定した。

第26表 加熱障害後の復活現象 (例2)
(A) マルターゼ (30分間加熱)

放 冷 時 間	90°			100°		
	N/10 J (cc)	K · 10 ⁵	比酵素力	N/10 J (cc)	K · 10 ⁵	比酵素力
0	0.09	6	8	—	—	—

2時間	0.57	44	62	0.48	36	51
1 日	0.62	49	69	0.52	40	56
5 月	0.61	48	68	0.53	41	58
對 照	0.85	71	100	0.85	71	100

(B) β -アミラーゼ

放 冷 時 間	90°			100°		
	N/10 J (cc)	K $\cdot 10^5$	比酵素力	N/10 J (cc)	K $\cdot 10^5$	比酵素力
0	0.18	11	10	—	—	—
2時間	1.10	68	59	1.03	63	55
1 日	1.30	80	70	1.20	74	65
5 日	1.45	90	79	1.15	71	62
對 照	1.80	114	100	1.80	114	100

例3. 例2と同様にして調製したる酵素液を pH 6.0 にて30分間加熱後、直ちに酵素作用を検し、2日間放冷後(13~16°)の酵素力と比較した。但し作用時間は1時間、作用液 10cc に就て SCHOORL 氏法により糖量を測定した。その結果は第27表及び第8圖の如くである。

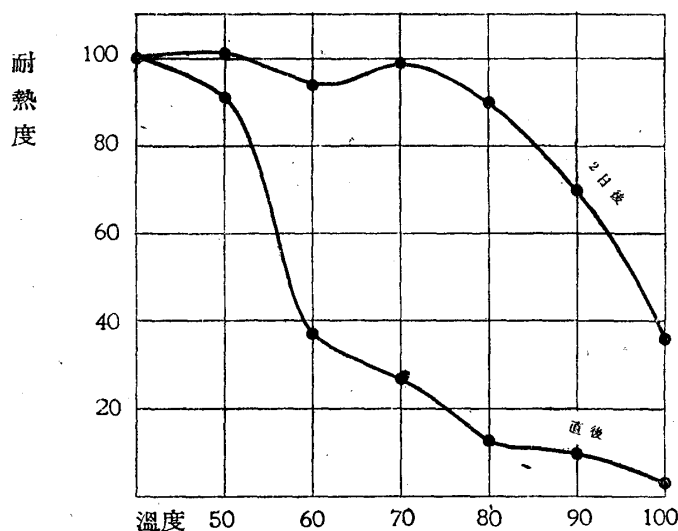
第27表 加熱障害後に於ける β -アミラーゼの復活現象 (例3)
(30分間加熱)

加 熱 温 度 (°C)	直 後			放 冷 2 日 後		
	葡 萄 糖 (mg)	K $\cdot 10^5$	比酵素力	葡 萄 糖 (mg)	K $\cdot 10^5$	比酵素力
對 照	—	—	—	36.36	287	100
50	34.17	262	91	36.67	290	101
60	15.24	107	37	34.68	271	94
70	11.32	78	27	36.03	283	99
80	5.37	36	13	33.32	258	90
90	4.44	30	10	26.92	201	70
100	1.28	8	3	14.58	102	36

考 察

之等の結果に就て見る如くマルターゼ及び β -アミラーゼは共に加熱障害後放冷によつて顯著なる復活作用を呈する。復活の程度は酵素液の性質によつて一定しないことを認め得るが、その理由に就ては明かでない。恐らく伊藤⁽⁴³⁾氏の指摘せし如く酵素液の膠質度が重大なる影響を及ぼすものと考へらる。實際第28表に就て見る如く糊精を酵素液に添加し置くと復活作用は明らかに阻害される。第28表に於て、酵素液に各物質を加へ pH 6.0 にて 90° に15分間加熱後室温に1晝夜放置し、 β -アミラーゼは1時間、マルターゼは2時間作用せしめて酵素作用を検した。

第 8 圖

第28表 β -アミラーゼ及びマルターゼの復活に對する保護物質の影響

加 檢 物 質 名	無 添 加	葡 萄 糖	麥 芽 糖	糊 精	ペプトン
濃 度 (%)	—	5	5	5	1
β -アミラーゼ (N/10 J cc)	2.40	2.36	2.01	1.40	2.35
マルターゼ (N/10 J cc)	0.60	0.60	0.62	0.37	0.60

又第26表に就て見る如く2時間の放冷によつて殆ど復活し得べき酵素力の大部分を復活する結果から想像するならば、作用時間中に於て酵素がその復活を阻害されないならば加熱直後に於ける酵素力は以上の結果の示す値よりも大なる筈である。従つて作用液の状態は酵素に不利な條件にあることを想像し得べく、澱粉及びその分解物は pH 價と共にその主なるものと考えらる。

第8圖より推論し得ることは、もしも酵素の復活作用を絶対に阻止し得るならば β -アミラーゼも α -アミラーゼと同様な耐熱性曲線を示すであらう。

三宅、伊藤兩氏は麴デアスターゼの驚くべき耐熱性及び熱障害後の復活現象を指摘してゐるが、⁽⁴⁶⁾ 氏等の實驗を見るに、供試酵素液は米麴の水抽出液又は LINTNER 法によつて米麴より調製したデアスターゼである。即ち米麴のデアスターゼを20%酒精液にて抽出したる後、酒精にて沈澱して調製してゐるから、著者の研究より氏等の供試酵素液は α -アミラーゼの少ひマルターゼと β -アミラーゼの混合酵素よりなりしものである (第2章第1節)。

要之するに米麴或は一般に麴菌の α -アミラーゼは耐熱性小にして熱的再生現象も亦顯著にあらざるも、米麴の β -アミラーゼ及びマルターゼは驚くべき熱障害後の復活作用を有する。

第 5 章 保 護 物 質

酵素の安定度は溶媒の性質に左右され、一般に純粹なるもの程不安定であると云はれてゐる。蛋白質、蛋白分解物、或種の無機鹽類其他一般に作用物質、生成物質の存在も安定度を高めうる事が知られてゐる。

伊藤氏⁽⁴³⁾は麴デアスターゼを加熱するに當り、ゲラチン、アルブミン、可溶性澱粉の或濃度に於ては、之等は保護性を現はし、それ以上に於ては阻害作用を現はすことを指摘した。OHLSSON⁽⁴⁴⁾はタカデアスターゼに對して可溶性澱粉が保護作用を有すると報告してゐる。

中村氏⁽⁴⁷⁾はタカデアスターゼに對して蛋白質、蛋白分解物が保護作用を呈すること、特に興味ある報告は Ca 鹽が各種のアミラーゼに對して顯著なる保護作用を有することを指摘した。

本章に於ては上記の報告に基いて麴デアスターゼを構成する 2 種のアミラーゼ及びマルターゼに對する保護物質に關して實驗を行つた。

第 1 節 Ca 鹽の特殊保護作用

I. α -アミラーゼに對する作用

(1) Ca^{++} の特殊保護作用を確めんとして、1%タカデアスターゼ 5cc に醋酸調節液 5cc 及び各種の M/10 鹽類液 1cc を加へ pH 5.0 にて 40° に 20 時間放置後殘存酵素力を檢するに、第 29 表に見る如く Ca^{++} のみか顯著なる保護作用を呈するを確め得た。但し酵素力の測定方法は第 3 章第 2 節に倣つた。

第 29 表 Ca^{++} の特異性

鹽 類 の 種 類		NH_4Cl	NaCl	KCl	MgSO_4	CaCl_2	CaHPO_4
沃 度	5分後	青	青	青	青	赤 橙	赤 橙
反 應	20分後	青	青	青	青	無	無

(2) Ca^{++} の保護作用とその濃度との關係を確めんとして、1%タカデアスターゼ 5cc に調節液 5cc を加へて pH 5.0 とし M/10 CaCl_2 の一定量を加へ水を和して全量を 15cc となし、 40° に 20 時間放置後酵素力を檢するに、第 30 表に見る如く CaCl_2 の接觸濃度は M/150 にて足りる。以下の實驗に於ては CaCl_2 の濃度を M/100~M/150 とした。

第 30 表 Ca^{++} の濃度

$\text{CaCl}_2(\text{Mol})$	0	0.0013	0.0027	0.0053	0.0107	0.0267
沃 度 反 應	青	赤 橙	黄 橙	黄	黄	黄

(3) 各種の α -アミラーゼに對しても同様の作用を有するや否やを確めんとして、酵素液 10cc

マクイルヴェン氏調節液 5cc を加へ M/10 CaCl_2 1cc 又は水 1cc を添加後 40° に20時間放置し、酵素液を枸橼酸又は Na_2HPO_4 にて pH 5.5 に調節したる後、其等に就て酵素作用を検するに第31表の結果を得た。但し麥芽の α -アミラーゼは麥芽抽出液を60%酒精にて精製後酵素液を pH 6.4 にて 70° に15分間加熱して調製した。パンクレアチンは市販の製剤を供し、pH 6.5 にてその酵素作用を測定した。

第31表 Ca^{++} の各種 α -アミラーゼに対する保護作用
(處理液に磷酸の存在する場合)

タカジアスターゼ				麥 芽				パンクレアチン			
無 添 加		添 加		無 添 加		添 加		無 添 加		添 加	
pH	[D]	pH	[D]	pH	[D]	pH	[D]	pH	[D]	pH	[D]
5.0	1>	4.4	267	4.9	3	4.6	273	4.9	1>	4.8	143
5.5	7	4.8	556	5.3	18	4.8	300	5.3	1>	5.3	546
5.8	12	5.5	632	5.8	25	5.3	300	5.9	1>	5.9	546
6.0	55	5.3	627	6.3	48	5.8	214	6.3	1>	6.3	546
6.9	285	6.4	600	7.0	154	6.7	107				

第31表に就て見るに、 Ca^{++} は3種の代表的 α -アミラーゼに對して何れも顯著なる保護作用を呈する。而して上記の結果に於て pH 5.5 附近より Ca^{++} の保護作用が減少する場合を認めるがそれは處理液に磷酸鹽が存在する爲に Ca^{++} の溶解度が減少するからである。今醋酸及びアンモニアにて pH を調節して、タカジアスターゼにつき同様の實驗を繰返すと第32表の如くである。即ち pH 7.0~7.5 を中心點として著しく安定度を高めうる。(第9圖)。

之に依つて Ca^{++} の存在に關係なく α -アミラーゼは (40° に於て) pH 7.0~7.5 に於て最も安定なるを知り得た(第3章、第2節)。

第32表 Ca^{++} の保護作用(處理液に磷酸の存在せざる場合)

無 添 加	pH	—	5.0	5.2	6.0	7.4	8.3	—
	[D]	—	1>	2	56	88	68	—
添 加	pH	4.5	5.1	5.3	6.0	7.4	9.0	9.5
	[D]	68	142	150	150	150	130	110

(4) Ca^{++} の存在する場合には α -アミラーゼの耐熱性を著しく高め得る。即ちタカジアスターゼにアンモニアを加へて pH 6.7 となし、一定溫度に30分間加熱し、冷却後室溫に約2時間放置して後酵素力を檢するに第33表の如くである。

第33表 Ca^{++} の α -アミラーゼの耐熱性に對する作用

加熱溫度(°C)	對 照	55	60	65	70
無 添 加 [D]	1.030	375	16	4>	4>
添 加 [D]	1.030	1.000	833	476	50

II. β -アミラーゼ及びマルターゼに對する作用

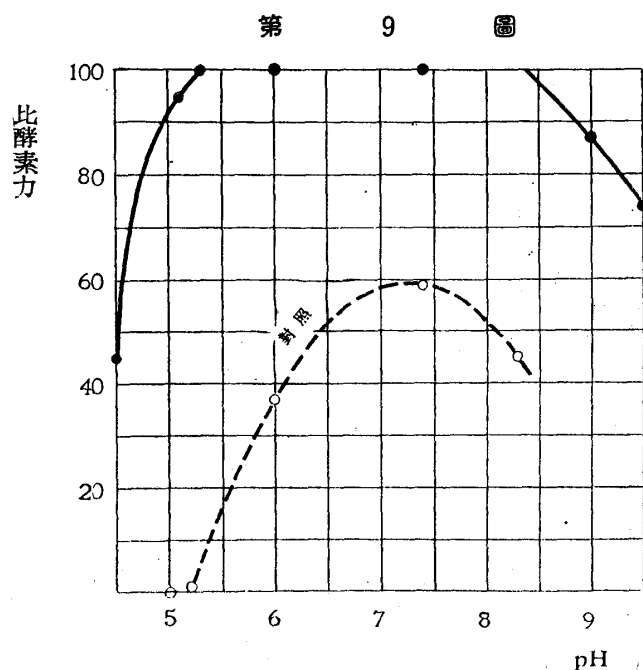
酵素液の調製：麴のそれ等は第2章第2節第1法による。小麥の β -アミラーゼは小麥粉末より50%酒精にて抽出し、80%酒精濃度に於て沈澱せしめて調製した。

今比較の爲にタカヂアスターゼを pH 5.0

以下に1時間處理せし場合をも確めた。即ちタカヂアスターゼ液 5cc にマクイルヴェン氏調節液 2cc 水又は M/10 CaCl_2 1cc を加へ 40° に1時間放置後 0.2m Na_2HPO_4 にて pH 5.5 となし、水を和して全量を 10cc と なして酵素作用を検した(第34表、第10圖)。

次に β -アミラーゼ及びマルターゼ酵素液 15cc に以上の調節液 4cc 及び水又は M/10 CaCl_2 1cc を加へ 40° に20時間放置後處理液の1部を以て pH 價を測定し、處理液 10cc に 0.2m Na_2HPO_4 を加へて pH 5.0 となし全量を 12cc に充したる後、其等に就て酵

素作用を測定した。但し作用時間はマルターゼ：2時間、 β -アミラーゼ：1時間、糖量の測定は WILLSTÄTTER 及び SCHUDEL 法による(第35表、第11圖、第12圖)。

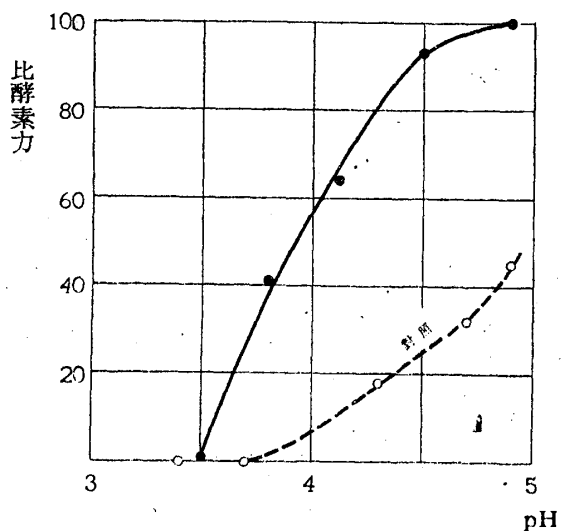
第34表 Ca^{++} の α -アミラーゼの安定度に對する作用

無 添 加	pH	3.4	3.7	4.3	4.7	4.9
	[D]	1>	3	78	136	194
添 加	pH	3.5	3.8	4.1	4.5	4.6
	[D]	5	176	273	400	429

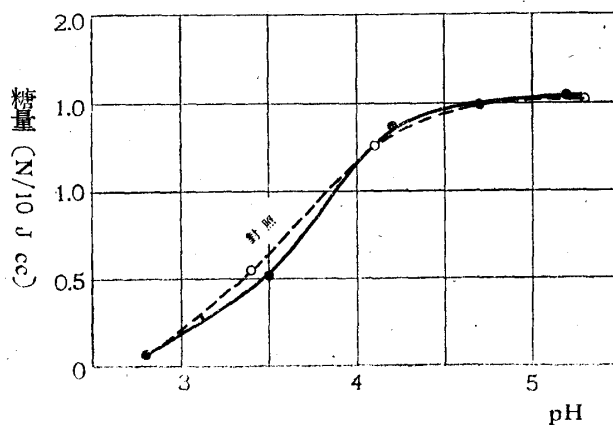
第 35 表 Ca^{++} の β -アミラーゼ及びマルターゼの安定度に対する作用

米			麴			小麥 (β -アミラーゼ)			
無		添 加	無		添 加	無		添 加	添 加
pH	β -アミラ ーゼ (N/10Jcc)	マルターゼ (N/10Jcc)	pH	β -アミラ ーゼ (N/10Jcc)	マルターゼ (N/10Jcc)	pH	N/10Jcc	pH	N/10Jcc
2.8	0.07	0.20	2.8	0.07	0.20	3.4	0.02	3.4	0.03
3.4	0.55	0.39	3.5	0.51	0.33	3.7	0.37	3.8	0.52
4.1	1.25	0.61	4.2	1.36	0.60	4.1	1.22	4.2	1.30
4.3	1.49	0.67	4.7	1.49	0.65	4.7	1.50	4.6	1.54
5.3	1.52	0.72	5.2	1.54	0.70	5.1	1.57	4.9	1.57

第 10 圖

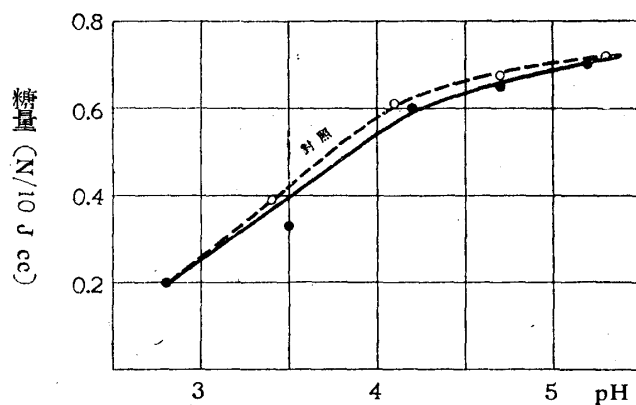
 α -アミラーゼ


第 11 圖

 β -アミラーゼ


第 12 圖

マルターゼ



之等の結果より、 Ca^{++} の保護作用は各種の α -アミラーゼに對して極めて顯著なるも、 β -アミラーゼ及びマルターゼに對しては明確でない。

第2節 蛋白質、澱粉及び之等の分解産物の保護作用

I. α -アミラーゼに対する作用

(1) タカヂアスターゼ液、2cc に加検物質溶液 4cc を加へマクイルヴェン氏調節液 2cc を加へて pH 7.5 となし 40° に20時間放置後、酵素作用を検した。但し CaCl_2 の場合はアンモニアにて pH 價を調節した。

第36表 α -アミラーゼに対する保護物質

加検物質名	對 照	葡萄糖	麥芽糖	デキス トリン	可 溶 性 澱 粉	ペプトン	卵 白	CaCl_2
濃 度 (%)	—	5	5	5	5	1	1	0.1
沃 度 反 應	青	青紫	青紫	赤	赤橙	赤	赤	橙

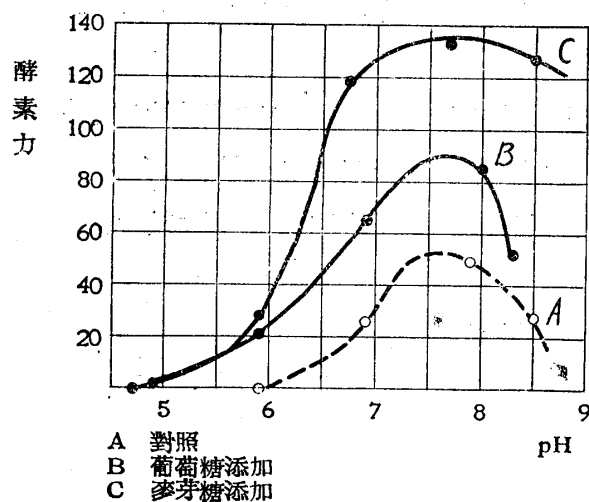
第36表に就て見るに、之等の物質は何れも α -アミラーゼに對して大約次に示す如き順序に明確なる保護作用を呈するを知る。即ち CaCl_2 > 可溶性澱粉 > 糊精、ペプトン、卵白 > 麥芽糖 > 葡萄糖。

今麥芽糖及び葡萄糖の保護作用を確むべくマルターゼを含みぬ α -アミラーゼに就て同様の實驗を繰返すに第37表及第13圖を得た。但し調節液としてマクイルヴェン氏調節液を用ひ、之等の糖類の濃度は5%である。磷酸鹽調節液を使用したのは Ca^{++} の影響を除外する爲である。

第37表 α -アミラーゼに對する麥芽糖及葡萄糖の保護作用

對 照		麥 芽 糖		葡 萄 糖	
pH	[D]	pH	[D]	pH	[D]
4.9	1>	4.7	1>	4.9	3
5.9	1>	5.9	24	5.9	21
6.9	26	6.8	118	6.9	65
7.9	49	7.7	133	8.0	85
8.5	24	8.2	128	8.3	52

第 13 圖

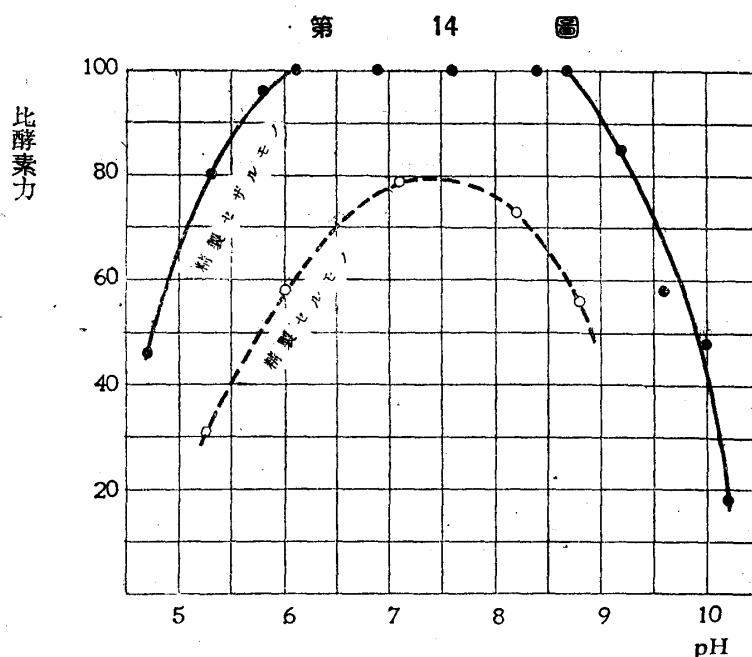


(2) 米麴の水道水による抽出液は之等の保護物質を含有するから當然それを酒精にて精製せしものより安定なる筈であるが、第38表及び第14圖の結果は明かに之を證明する。

但し同實驗に於て、アンモニア又は醋酸によつて酵素液の pH 價を調節し、酵素液を 40° に20時間處理した。

第38表 α -アミラーゼの安定度に及ぼす酵素液の精製度の影響(米麴)

酒精にて精製せるもの		精製せざるもの			
pH	残存酵素力(%)	pH	残存酵素力(%)	pH	残存酵素力(%)
—	—	4.7	46	8.4	100
5.2	31	5.3	80	8.7	100
6.0	58	5.8	96	9.2	85
7.1	79	6.1	100	9.6	58
8.2	73	6.9	100	10.0	48
8.8	56	7.6	100	10.2	28



斯くして精製された状態に於ては α -アミラーゼは極めて不安定な酵素であるが、不純の状態換言すれば自然的な環境に於ては著しく安定である。而して澱粉は糊精よりも保護作用大にして糊精はその分解物よりもその作用が大なることから考へて、アミラーゼは澱粉を分解するに伴ひその安定度を漸次減少して行くことが考へらる。

(3) 之等の物質は Ca^{++} と同様に、その程度を異にするが α -アミラーゼの耐熱性を幾分高めることは第39表の示す結果によつて諒解し得る。即ちタカデンプスターゼに加検物質を(1)と同様にして加へ、醋酸調節液を加へて pH 6.5 となし、 60° に30分間加熱し約2時間室温に放置後酵素作用を検した。

第39表 α -アミラーゼの耐熱性と保護物質

加検物質名	無加熱	無添加	葡萄糖	麥芽糖	デキストリン	ペプトン	卵白
[D]	1.030	9	23	23	400	57	5

II. β -アミラーゼ及びマルターゼに対する作用

酵素液 10cc にマクイルヴェン氏調節液 5cc を加へ pH 4.5 となし加検物質液 10cc を加へたる後 40° に 24 時間放置し、其れ等に就て酵素作用を検した。但し β -アミラーゼは 1 時間、マルターゼは 2 時間作用せしめた。

第 40 表 β -アミラーゼ及びマルターゼに対する保護物質

加 検 物 質 名	無 添 加	葡 萄 糖	麥 芽 糖	デキストリン	ペプトン
濃 度 (%)	—	5	5	5	1
β -アミラーゼ (N/10 J cc)	2.12	2.33	2.32	3.02	2.51
マルターゼ (N/10 J cc)	0.79	0.75	0.94	1.03	0.97

第40表に就て見るに之等の酵素自體が α -アミラーゼに比較して遙かに安定なる酵素である爲に、之等の物質は α -アミラーゼに対するが如く顯著な保護作用を指摘し得難きも、多少の作用を認め得る。殊に糊精は β -アミラーゼ及びマルターゼに對して明確なる保護作用を呈し、又澱粉は恐らく糊精よりもその作用大なるものと考えらる。(以下次號)