

大豆タンパク粒の熱変性に関する組織学的検討 (第1報)

坂井正治[※], 樋口康子[※]

Food-histological Studies on the thermal Degeneration of Proteins in the Soy Bean. I.

Masaharu SAKAI, Yasuko HIGUCHI

緒 言

大豆タンパク質は一般種子の共通した現象として加熱による変性がある。これは大豆加工工業たとえば醤油、味噌の醸造、凍豆腐の製造に、あるいは製油原料として種子加工処理した後のタンパク質の利用に、もっとも密接な関係をもつものである。大豆タンパク質の熱変性の化学的な検討については、古くから渡辺ら¹⁾をはじめ相当数の研究発表があり、工業的には実際に応用実施されているが、丸大豆を利用した実験については操作上困難が伴い、十分な検討がなされていない。また大豆の組織学的な検討については、松本ら²⁾は大豆、らっかせい、あずき、うずらまめ、しろいんげん、えんどう、グリーンピースおよびそらまめについて、貯蔵細胞の水煮による影響について研究し、水煮により豆のタンパク粒はいずれも膨潤し、タンパク粒の大きい大豆のみ粒形を残し、他の豆では融合して粒形を失い細胞質との区別が明らかでないが、糖タンパクがやや減少する、さらに、水煮により豆の細胞膜は膨潤し、細胞間に隙を生じ、タンパク質および多糖類の流出物があるとのべている。また市川ら³⁾は大豆に対するアミラーゼ、ペプシン、アミロブシンなど酵素の影響について検討し、貯蔵細胞内の糖タンパク性大球状体およびそのまわりのマトリックス中のタンパクとデンプンが、それぞれの

酵素によって消化され、貯蔵細胞内が変形するとのべている。

本研究は、丸大豆の高温蒸煮による一般的状态ならびに酵素によるタンパク粒の分解状態を、組織学的に検討した。

実 験

I 試 料

丸大豆：市販の北海道産秋田大豆を使用した。

タンパク分解酵素：パンクレアチン（和光純薬工業KK）を使用した。

II 実験方法

①乾燥した丸大豆を脱皮したのち、そのへそ部において垂直に切断し、蒸留水で80℃24時間浸漬したのち、水を切り、直ちに緩衝ホルマリン中性液（10%）中で固定した。固定したものは常法によってパラフィン切片とし、組織観察用のヘマトキシリン-エオシン染色およびアザン染色、タンパク質観察用のアクロレイン-シフ反応、多糖類観察用の過ヨウ素酸シフ反応（PAS染色）を行なった。その結果を写真Iに示す。

②そのへそ部において垂直に切断した大豆を5個のピーカー（100ml）にそれぞれ5.0gとり、それぞれに蒸留水（30ml）を加えて、160℃で17時間浸漬した。

次にこれらをいずれもオート高圧滅菌器HA

—24 D型(平山製作所KK)中に121～123°Cに保ち、10分、20分、30分、40分および50分加圧蒸煮(1.18～1.32Kg/cm²)した。加圧蒸煮したのちいずれの試料も緩衝ホルマリン中性液(10%)中で固定した。固定したものは、常法によってパラフィン切片とし、組織観察用のヘマトキシリン—エオシン染色およびアザン染色、タンパク質観察用のアクロレイン—シフ反応、多糖類観察用の過ヨード酸シフ反応を行なった。その結果を写真Ⅱに示す。

③実験①および②でパラフィン切片にした試料を、キシロールおよびアルコールで脱パラしたのち、3個のガラス容器にとり、いずれにもパンクレアチン水溶液(3%)を加え、36°Cの恒温器中で、3時間、20時間および48時間放置したのち、いずれも流水中で5分洗浄し、ヘマトキシリン—エオシン染色を行なった。その結果を写真Ⅰ—AおよびⅡ—Aに示す。

結果ならびに考察

①ヘマトキシリン—エオシン染色、アザン染色、および過ヨード酸シフ反応では、細胞膜、貯蔵細胞は鮮明に染まり、細胞は密に並んでいる。アクロレイン—シフ反応では貯蔵細胞だけが赤く染まり、細胞膜は薄く痕跡を残し、部分的に内容を失なった細胞膜のみもみられる。

②加圧蒸煮(1.18～1.32Kg/cm²)により、細胞粒は膨張し大となり、溶出成分が増加し、加圧蒸煮時間経過とともに、細胞膜とタンパク粒との分離が著しくなる。さらにタンパク粒の収縮硬化が目立ってくる。加圧蒸煮50分でタンパク粒はコンベイ糖状になり、収縮硬化が判然とし、細胞と細胞との間隙は

さらに広くなる。

③Ⅰ—A：加圧蒸煮しない状態の場合には、酵素による作用時間が長い程、タンパク粒の消化(分解)[※]が判然としている。

Ⅱ—A：加圧蒸煮によりタンパク粒周囲の硬化がみとめられ、酵素による消化が阻害される。さらに3時間、20時間および48時間酵素中に放置した切片のいずれにおいても、加圧蒸煮時間が長くなるにしたがい、消化抑制が現われている。特に、加熱蒸煮40分以後においては、殆んど分解が阻止されていることが判然とする。これは高温により、タンパク粒の収縮硬化が主な原因と判断される。高温と時間との詳細な点については今後検討する。また酵素液中に放置した大豆は、染色性が落ちる。

※細胞膜のみ残り、内容が空胞になっているものを消化(分解)とみなす。

参考文献

- 1) 渡辺、早川、鎌田、桜井：食糧研究所報告、5、51、53、54(1951)。
渡辺、早川、鎌田：食糧研究所報告、7、65(1952)。
渡辺、早川、鎌田：食糧研究所報告、5、51(1954)。
渡辺、深町、中山、寺町：食糧研究所報告、No.14 B、6(1960)。
渡辺、中山：栄養と食糧、15、191(1962)。
渡辺、中山、岩崎：日食工誌、10、54(1963)。
- 2) 松本、市川、星野：家政学雑誌、17、331(1966)。
- 3) 市川：食品組織学、P304、光生館(1967)。

写真：大豆タンパク粒の熱変性による組織変化

I₁ : 水に 24 時間浸漬した大豆, H・E 染色
× 400

I₂ : " Azan 染色
× 400

I₃ : " PAS 反応
× 400

I₄ : " Acro, S 反応
× 400

II₁ : 加圧蒸煮時間 10 分の大豆, H・E 染色
× 400

II₂ : " 20 分 " "
× 400

II₃ : " 30 分 " "
× 400

II₄ : " 40 分 " "
× 400

II₅ : " 50 分 " "
× 400

I-A₁ : 水に 24 時間浸漬した大豆の切片を
酵素液中に 3 時間放置したもの,
H・E 染色× 400

I-A₂ : "
" 20 時間 " × 400

I-A₃ : "
" 48 時間 " × 400

II-A₁ : 加圧蒸煮時間 10 分の大豆の切片を
酵素液中に 3 時間放置したもの,
H・E 染色× 400

II-A₂ : " 20 分
" × 400

II-A₃ : " 40 分
" × 400

II-A₄ : " 50 分
" × 400

II-A₅ : 加圧蒸煮時間 10 分の大豆の切片を
酵素液中に 20 時間放置したもの,
H・E 染色× 100

II-A₆ : " 20 分
" × 100

II-A₇ : " 40 分
" × 100

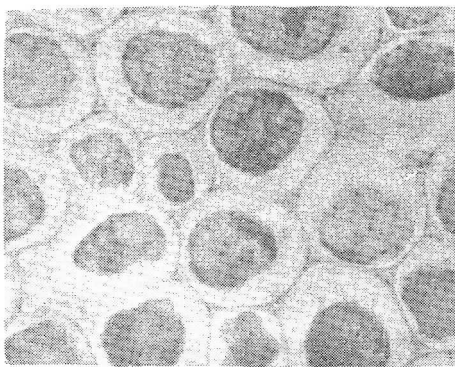
II-A₈ : " 50 分
" × 100

II-A₉ : 加圧蒸煮時間 10 分の大豆の切片を
酵素液中に 48 時間放置したもの,
H・E 染色× 100

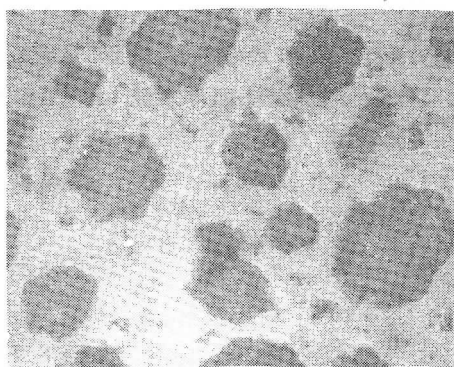
II-A₁₀ : " 20 分
" × 100

II-A₁₁ : " 40 分
" × 100

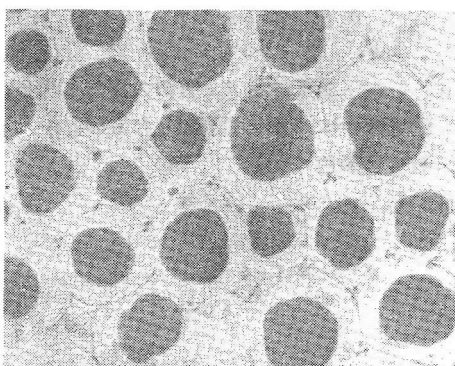
II-A₁₂ : " 50 分
" × 100



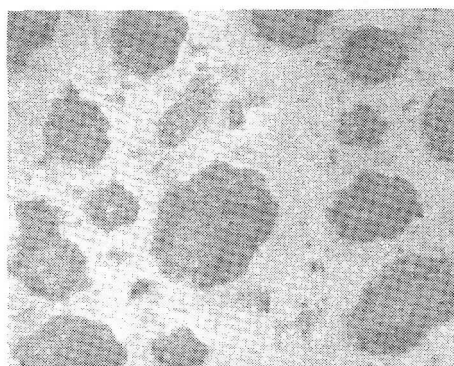
I 1



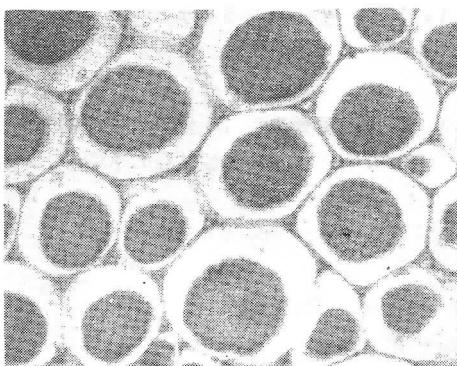
II 1



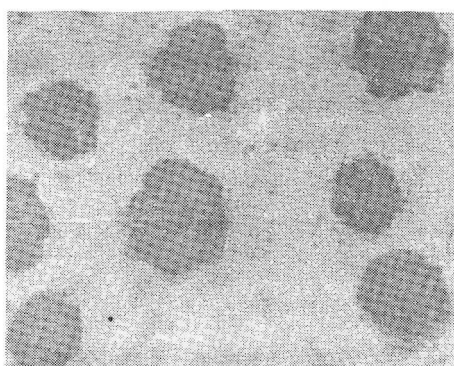
I 2



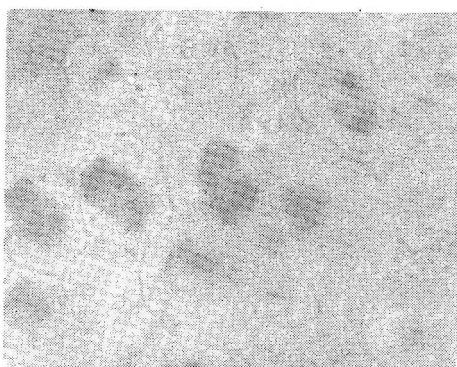
II 2



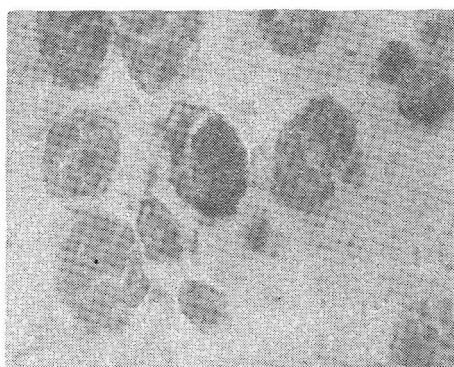
I 3



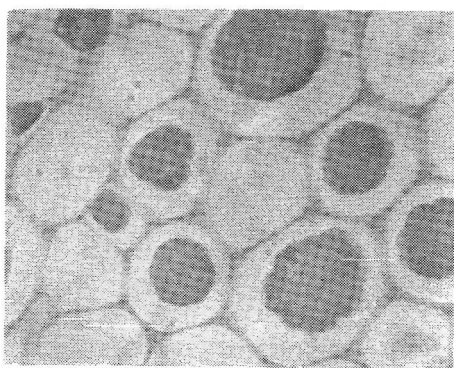
II 3



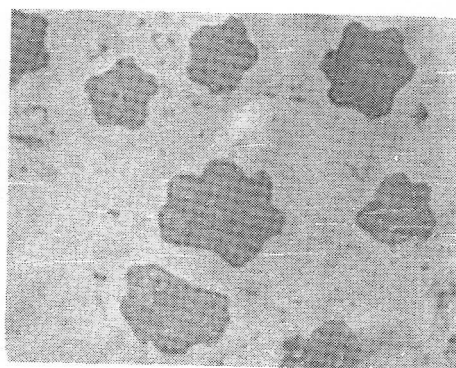
I 4



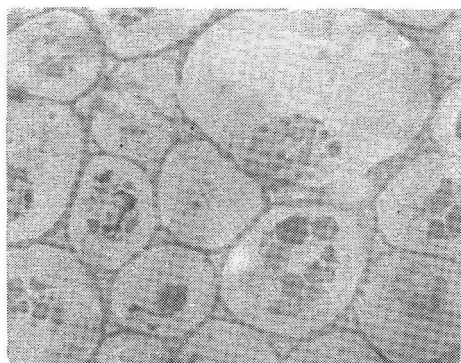
II 4



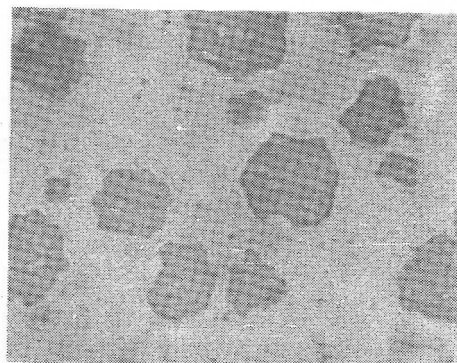
II₅



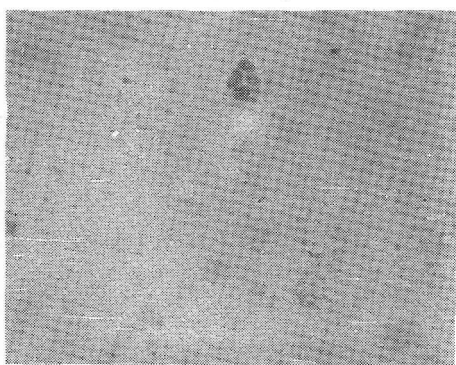
II - A₁



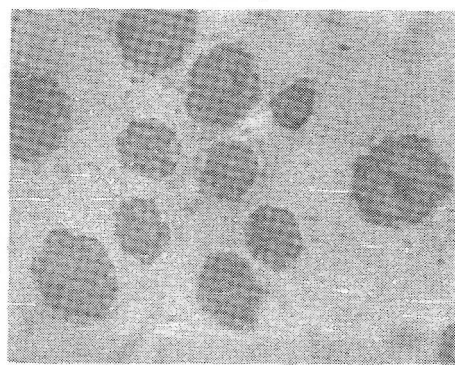
I - A₁



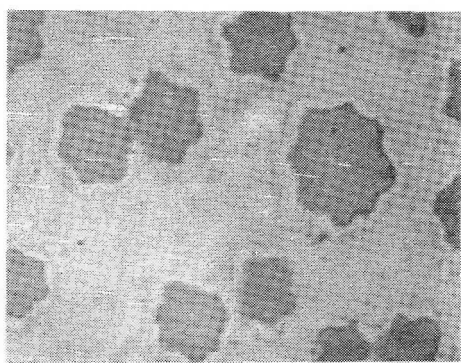
II - A₂



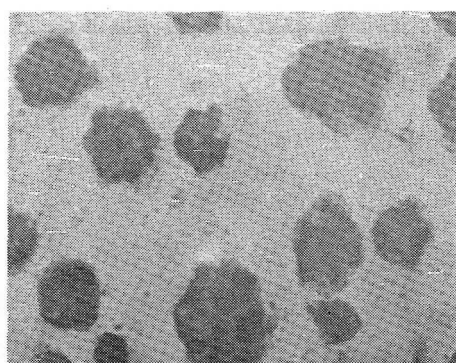
I - A₂



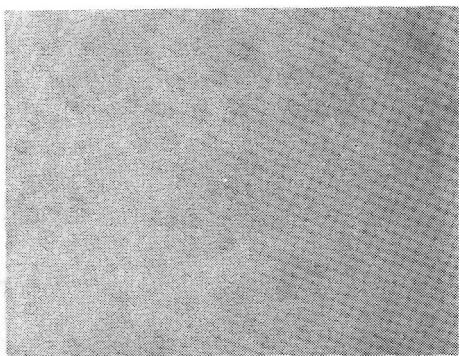
II - A₃



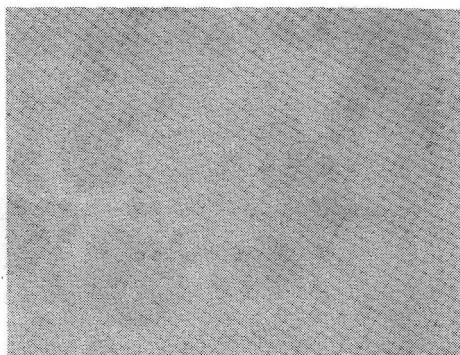
I - A₃



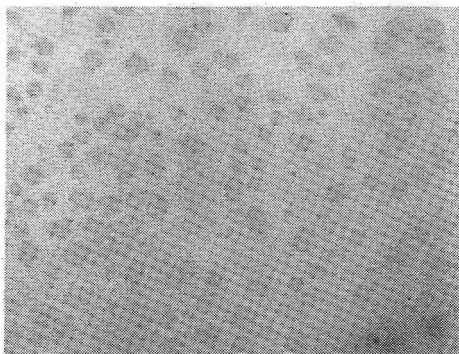
II - A₄



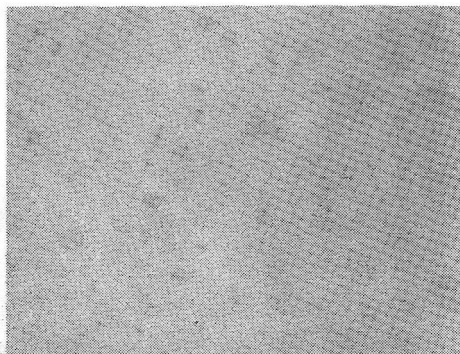
II - A₅



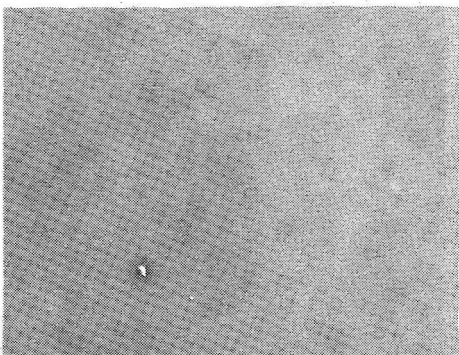
II - A₉



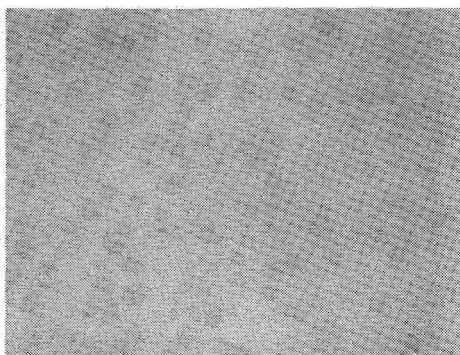
II - A₆



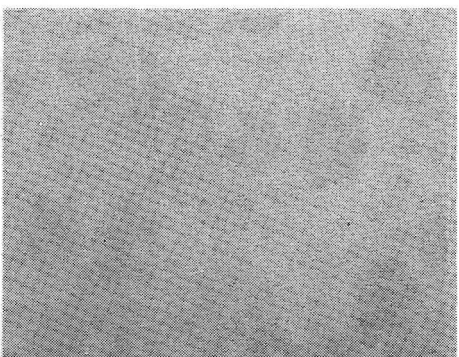
II - A₁₀



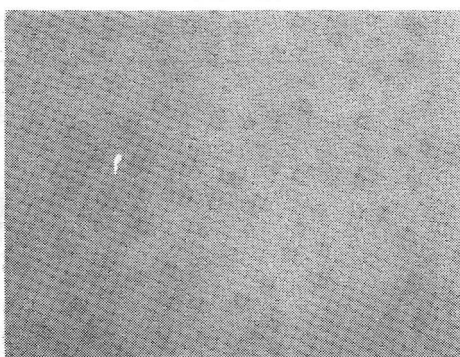
II - A₇



II - A₁₁



II - A₈



II - A₁₂

Summary

The thermal degeneration of the protein bodies in the soybean boiled at 121° to 123°C under pressure ($1.18\text{--}1.32\text{ kg/cm}^2$) was investigated histologically.

The degenerated protein bodies in the soybean were observed to be contracted and hardened with boiling time.

From the results that came into existence, when the degenerated protein bodies were treated with pancreatin aqueous solution (3%), it might be concluded that the above protein bodies withstand an attack of that solution. This behavior was observed for the soybean boiled for over 40 minutes.