

筋収縮ノ本態ニ關スル研究

第4編 水蛭死筋ノ弾性及ビ張力變化ニ就テ

坂 東 三 範

(昭和10年10月11日受附)

内 容 目 次

緒 論	6 PH 張力曲線
實驗及ビ考按	7 張力短縮度曲線
一般方法	考 按
第1節 彈性ノ完全サニ就テ	A 酸又ハ「アルカリ」ノ不可逆的作用
實驗成績及ビ説明	B 鹽類ノ作用
概 括	C 酸又ハ「アルカリ」ノ可逆的作用
第2節 彈性ノ大キサニ就テ	a 實驗の張力ノ意義
實驗成績 各條件ニテ最小荷重ノ時ノ筋	b 弾性及ビ全短縮力ノ變化
長ヲ基準トスル荷重短縮度曲	c 全短縮力ノ大キサ
線	d 最大實驗の張力及ビ最大全短縮
説 明	ノ 値
概 括	概 括
注 意	第2項 諸種酸及ビ諸種アルカリ」ノ作用
第3節 張力變化ニ就テ	實驗成績及ビ説明
第1項 酸又ハ「アルカリ」ノ作用ノ一般	考 按
實驗成績及ビ説明	概 括
I 原最大長ヲ基準トスルモノ	第3項 中性鹽類ノ作用
1 荷重短縮變曲線	實驗成績及ビ説明
2 PH 等張短縮度曲線	考 按
3 PH 張力曲線	概 括
II 變性後最大長ヲ基準トスルモノ	總 括
4 荷重短縮度曲線	結 論
5 PH 等張短縮度曲線	

緒 言

筋収縮ノ際ノ長サ變化(等張収縮)ト張力變化(等長収縮)トノ關係ノ研究ハ筋生理學上重要ナモノデアツテ、種々ノ實驗及ビ議論ガ行ハレテキルガ、其ノ真相ハ尙不明ノ儘ニ殘ツテキル(Fenn⁽¹⁾)、

著者⁽²⁾ハ曩ニ水蛭死筋ノ長サ變化ニ就テ報告シ、短縮ハ筋内ニ假定シタル膨化單位ノ膨化度ノ増加ニヨリテ起リ、其ノ膨化度ヲ増加サセルカハ膨化單位内ノ優滲透壓デアラウトイフ事ヲ述ベタ。夫ニヨレバ筋ヲ短縮サセルカハ結局滲透壓デアルトイフ事ニナル。

本編ハ這般ノ消息ヲ更ニ闡明スルタメニ、斯様ナ死筋ノ長サ變化ト之ニ相當スル張力ノ變化トノ關係ニ就テ記述スル事ヲ目的トスル。即チ死筋ニ酸、「アルカリ」又ハ鹽等ガ作用スル時(平衡状態ニ於テ)現ハレル所ノ短縮ト此ノ短縮ヲ起スベキカトノ關係ニ就テノ實驗成績ノ記述デアアル。(以後特ニ生筋ト明記セザル限りハ單ニ筋ト記スルモ夫ハ死筋ヲ指スモノトスル)而シテ此ノ種ノ實驗ニ當リテハ彈性ノ變化ニ就テ考慮ヲ加ヘル事ハ自カラ必要トナル。

前諸編ニ於テ述ベタル長サ變化ノ内、不可逆的ナルモノハ生理學的筋收縮ノ問題ト直接關係ナキ事ハ明カデアリ、且ツ不可逆的長サ變化ハ單純ナル内部張力ノ變化ノ現象ト看ル事ハ出來ナイカラ、特ニ著者ノ所謂不可逆的晶質現象トシテモノ即チ甚ダ大濃度ノ酸、特殊中性鹽又ハ溫熱等ノ作用ニヨリテ起ル所ノ不可逆的短縮ハ本編ニ於テハ取扱ハナイ事トスル。

然シ小濃度ノ酸又ハ「アルカリ」ノ作用中ニ於テモ不可逆的變質(筋蛋白ノ加水分解ニ關スル)現象トシテノ眞殘餘短縮ガ生ズルモノデ、酸又ハ「アルカリ」ノ作用ノ關與スル場合ニ於テハ新鮮死筋其ノ物ノミニ就テ實驗ヲ終始スル事ハ不可能デ、常ニ多少共眞殘餘短縮状態ニアル筋、即チ變性シタル筋ニ就テ實驗ガ行ハレル譯デアアルカラ、此ノ變性ニヨリテ筋ノ理學的性質例ヘバ彈性等ガ如何ニ變化スルカラ明カニシテ置ク事ハ必要デアアル。

實驗及ビ考按

一般方法

水蛭筋標本ノ調製及ビ夫ヲ著者ノ所謂眞死筋トスル方法等ハ第1編ニ述ベタルト全く同様デアアルガ特ニ注意スベキ點ヲ再説スル。

水蛭筋鞘ノ背部ニ當ル部分ノミヲ採リ、其ノ内側ニ附着スル結締織等ヲ成ル可ク除去シ、適當ナル長サニ分割シ、縦走筋ノ長サ變化ヲ描寫シ得ル様ニ裝置スル。即チ筋標本ハ其ノ縦徑ノ下端ガ固定サレ、上端ハ白金條ヲ介シテ、描寫書楨ノ尖端ト反對ノ側ニテ書楨軸ヨリ3cmノ點ニテ書楨ニ懸基シ、書楨軸(其ノ半徑1.5mm)ノ周圍ニテ書楨尖端側ニ働ク所ノ重錘ニヨリテ伸展サレル様ニスルノデ、縦走筋ノ短縮ハ書楨尖端ノ上昇トナリ、延長ハ下降トナル。普通實驗ニ於テハ書楨ハ軸中心ヨリ尖端迄12cmニシテ置クノ筋ノ長サ變化ハ4倍ニ擴大サレテ描寫サレル。書楨自身ハ軸ノ兩側ニ於テ重量丁度平均サセテ置キ、尖端側ニ働ク重錘ハ反對側ニ於ケル、標本懸垂用ノ白金線ノ重量ト平均スルヨリモ大キクシテ、一般ノ實驗ノ際ニハ初メ丁度0.3gダケ餘分デアアル様ニシテ置ク。從ツテ筋ノ重量零ナリト看做ス時ハ筋ヲ伸展サセル荷重ハ0.3gナリト看做サレル。筋ノ重量ハ勿論零元ハナイガ甚ダ小サク、且ツ實驗ハ總テ水(又ハ水溶液)ノ中ニテ行ハレ(液ヲ交換スル際ノミ一時空氣中ニ露出スル)ノデアアルカラ實地的ニ零ト看做シテ大過ナイ。

筋ニ加ハル正味荷重ハ必要ニ應ジテ、軸周ノ重錘ヲ増加スル事ニヨリ又ハ軸ヨリ適當ナル距離ニテ尖端側ニ重錘ヲ加ヘテ種々ノ大キサニ變ヘル事ガ出來ル。以下荷重ノ大キサヲ表ハシタル數値ハ總テ筋ヲ伸展サセルカトナル所ノ正味重量ヲ指スモノトスル。

斯様ニシテ、初メ0.3gノ荷重ノ下ニ裝置シタル(尚リングル氏液中ニテ生キテキル)筋ニ水ヲ作用サセテ水強直ヲ經過セシメ(コ、ニ於テ筋ハ死ス)、以後PH5.4ノ0.7%食鹽水及ビ同PHノ水ヲ交互ニ作用サセテ、遂ニ其ノ食鹽水及ビ水中ニテ、及ビ其ノ交換ノ際ニ(恒常荷重ノ下ニテ)長サ變化セザル(即チ最大長ヲ保ツ)状態ニ至ラシメル。

斯クシテ得タル新鮮眞死筋標本ノ長サハ荷重ヲカケラレタル状態ニ於テノミ測定スル事ガ出來ル。一般ニ彈性又ハ張力等ノ検査ニ當リテハ物體ノ自然的靜止長即チ如何ナル種類ノ刺戟ヲモ受ケル事ナク、又何等外力ヲ受ケル事ナキ時ノ長サヲ知ル事ハ望マシキ事デアアルガ、夫ハ水蛭筋ニ於テハ不可能デアアル。即チ筋ハ全體トシテ甚ダ柔軟廣アツテ自然的定形トイフモノヲ保ツ事ナク、タマ一定ノ荷重ノ下ニ於テ一定ノ長サヲ保ツノミデアアル。其ノ長サ變化ヲ表ハスニハ前諸編ニ於テハ、ナルベク小ナル、即チ 0.3g ノ荷重ノ下ニ於ケル新鮮眞死筋ノ長サ(原最大長)ヲ基準トシ、之ニ對スル百分率トシテ短縮度トシテ表ハシタガ、本編ニ於テハ之ニ從フ他ニ又別ノ表ハシ方モ採用シタ事ニ就テハ該當條下ニ説明スル。

第1節 彈性ノ完全サニ就テ

此所デハ水蛭死筋ノ延長ニ對スル彈性ニ就テ考慮スル。

實驗成績及ビ説明

1. 第1描寫圖ハ初メ 0.3g ノ荷重ノ下ニテ最大長 2.25cm ナル新鮮眞死筋ニ、其ノ筋蛋白ノ等電點ニ一致スル PH (5.4) ノ水ノ中ニテ荷重ヲ追加シテ全荷重ガ先ヅ 1.0g, 次ニ 3.0g, 更ニ其ノ次ニ 6.0g トナル様ニシ、最後ニ追加シタル荷重ヲ一度ニ除キテ舊ノ如ク 0.3g トシタル場合ノ長サ變化ヲ示スモノデアアル。別ノ筋標本ヲ用ヒテ實驗シテモホゞ同様ナル結果ヲ得ラレル。

之ニヨレバ長サノ復舊ハ不完全デアアル。即チ彈性ハ不完全デアアルトイフ事ニナル。

尙彈性ノ完全ナル無機體ニ於テハ荷重ヲ増シタ時其ノ瞬間ニ延長ガ終ルモノデアアルガ筋ノ場合ニハ荷重ヲ増シタ瞬間ニ延長ガ完了スルモノデハナク、唯大部分進行スルノミデ、其ノ後尙長ク延長ガ續ク。然シ實地的ニハ數10分ニテ完了スルト看做シテ支障ナイ。荷重ヲ除クニ當リテモ彈性完全ナル無機體ニ於テハ短縮(復舊)ハ瞬間ニ完了スルモノデアアルガ筋ニ於テハ其ノ瞬間ニ於テ大部分短縮シテ完了スルモノデハナク、其ノ後尙長ク短縮ガ續キ、終ニ實地的ニハ最早ヤ長サ不變ト看做サレル時ニ於テモ荷重ヲ追加サレタル前ニ於ケルヨリモ明カニ長イ状態ヲ保ツヲ常トスル。然シ此ノ長サノ復舊ノ不完全ナル事ハ絶對的ノモノデアアルカ否ヤニ關シテハ變性筋ニ就テノ實驗ガ興味アル事柄ヲ提供スル。4ヲ参照セヨ。

2 第2圖ハ第1圖ノ實驗ニ用ヒタル筋ガ酸ノ作用ヲ經過シテ變性シタル後檢シタモノデアアル。詳述スレバ第1圖ノ實驗ノ後 0.3g ノ荷重ノ下ニテ、原最大長(第1圖實驗ノ初メノ長サ)ヨリモヤ、延長シテキル筋ニ 0.1 モル「鹽酸液ヲ約5時間作用させ、水洗シ、更ニ PH 5.3 (變性筋蛋白ノ等電點) 10.7% 食鹽液及ビ同 PH ノ水ヲ交互ニ作用サセテ充分地緩サセタル時其ノ筋ハ原最大長ヨリモ尙約 5% (原最大長基準) ダケ短縮シタ状態ニ留マツタ。即チ酸ノ作用ニヨリテ筋ハ變性シテ 6% ノ眞殘餘短縮ヲ生ジタ。第2圖ハ斯様ニ變性筋ニ就テ第1圖ニ於ケルト全く同様ニシテ、其ノ筋蛋白ノ等電點(之ハ變性ノタメニ PH 5.3 ニ變移シタ) 水中ニテ檢シテ得タルモノデアアル。

之ニヨレバ變性筋ニ於テモ長サノ復舊ハ完全デハナク、彈性ハ不完全デアアルト云ハネバナラヌ。第2圖ノ實驗ニ於ケル荷重ガ追加サレル前ニハ原ノ最大長ニ比シテハ 6% ノ眞殘餘短縮ヲ保ツ状態ニアツタガ、追加サレタル荷重ヲ除キタル後ニハ約 3% ノ眞殘餘短縮トナル迄長サ回復スルニ過ギズ、如何ニ時間ヲ經過シテモ 6% ノ短縮状態迄復舊スル事ハ出來ナイ。即チ約 3% ノ變形ガ殘留スル。

3. 第2圖ノ實驗ニ用ヒタル變性筋ハ新鮮状態ニ於テ已ニ一度荷重追加實驗ヲ經過シテキルモノデア
ルガ、別ニ新鮮状態ニテ荷重追加實驗ヲ經過セズシテ直チニ酸ノ作用ヲ受ケテ變性シタル筋ニ就テ初メテ荷
重追加ノ實驗ヲ行フテモホゞ同様な結果トナル。

4. 然シ變性筋ニ於テハ約0.01乃至0.1モル」鹽酸液ノ作用ヲ經過サセル事ニヨリテ殘留變
形ヲ除キ、筋ノ長サヲホゞ完全ニ復舊サセル事が出來ル。例ヘバ第2圖ノ實驗ノ後0.3gノ荷
重ニテ眞殘餘短縮ガ約3%ナル時0.01モル」鹽酸液ヲ約2時間作用サセ、水洗シ、次デ筋蛋
白ノ等電點ノPH(5.3)ノ0.7%食鹽液及ビ水ヲ交互作用サセテ充分弛緩サセレバ眞殘餘短縮
ハ丁度荷重追加實驗前ト同大ニテ約6%トナル。第3圖ノ初メノ部分ハ其ノ状態デアツテ、
此ノ時眞殘餘短縮ハ第2圖ノ荷重追加實驗前ニ於ケルト殆ンド同大デアル。此ノ筋ハ既ニ第
2圖實驗ノ前ニ0.1モル」鹽酸液ノ長時間作用ヲ經過シテ(眞殘餘短縮ガ約6%トナツテ)キ
ルカラ、其ノ後ニ0.1モル」以下ノ鹽酸液ノ短時間ノ作用ヲ經過シテモ筋ノ變性程度即チ眞
殘餘短縮ハ殆ンド増サヌモノデアル(第1編参照)ガ故ニ、第2圖ノ荷重追加實驗ヲ經過シテ
眞殘餘短縮ガ3%迄小サクナリタル後、酸ノ作用ヲ受ケテ再ビ6%トナリタル事ハ、其ノ酸
ノ作用ニヨリテ筋ノ變性ガ更ニ進行シテ眞殘餘短縮ガ増加シタト見ル事ハ出來ナイノデア
ツテ、單ニ筋ノ長サガ復舊シタト見ルベキモノデアル。即チ酸ノ作用經過ニヨリテ、先ニ經過
シタル荷重追加ノ殘留影響ガ全ク消失シタト考フベキモノデアル。

尙斯様ニシテ長サノ復舊シタル筋ノ諸性質ハ第2圖實驗前ノ夫ニ比シテ如何ナル點ニ於テ
モ全ク差異ヲ認メヌ。例ヘバ兩場合ニ於テ一定濃度ノ酸ノ作用ニヨリテ現ハレル短縮ノ大キ
サノ如キモ定量的ニ一致スル。

5. 上記ノ事情ヨリ考慮スレバ第1圖ノ實驗ノ如キ新鮮死筋ニ於ケル荷重追加實驗ノ後ニ殘留スル所
ノ變形モ除カレラザル考ヘラレル。即チ第1圖實驗ノ後0.3gノ荷重ノ下ニテ酸ノ作用ヲ經過サセレバ先
ノ荷重追加實驗ノ影響ハ消失スル筈デアル。然シ此ノ時實際ニハ此ノ筋ハ未ダ酸ノ作用ヲ經過シテキナカ
ツタモノデアルカラ、此ノ最初ノ酸作用ニヨリテ變性シ、眞殘餘短縮ヲ生ジ、タメニ荷重追加實驗ノ影響
ガ消失シテ、丁度荷重追加實驗前ノ長サトナルノミナラズ、更ニ幾分か短縮スル事ニナル譯デア
ル。

6. 斯様ニ變性筋ニ於テハ一度荷重ノ作用ヲ經過シテ、後影響トシテ變形ガ殘留シテモ之
ヲ除キテ、長サヲ復舊サセル事が出來ルガ故ニ後述ノ如キ諸種ノ實驗ヲ行ヒ得ルモノデア
ル。若シ一度受ケタル影響ガ除去セラレズシテ常ニ殘留スルモノデアラバ彈性又ハ張力
等ノ検査ハ甚ダ困難デアルト考ヘラレルニ拘ハラズ上記ノ如キ事實ノ存在スル事ハ誠ニ幸
シテ又誠ニ重要ナ事デア
ル。

然シ斯様ニ復舊ハ無制限ニ可能トイフ譯デハナイ。先ニ作用シタル荷重ガ著シク大ナラザリシ事、從
ツテ筋ノ延長ガ著シク大ナラザリシ事、及ビ著シク長時間ニ亘ラザリシ事等ヲ要スル。又小サイ荷重増減ノ
範圍内ニ於テモ筋標本調製上、特ニ筋ノ續ク方又ハ裝置上ノ不備等ノタメニ復舊ノ不充分ナル場合モアル
事ハ免ガレヌ。筋長ノ復舊ノ充分ナリヤ否ヤ、及ビ其ノ程度等ハ描寫圖面上ニ於テ判斷スルモノデア
ツテ、直接筋ノ長サヲ計測スルモノデハナイ。筋ニ於テハ單純ナル無機體例ヘバ金屬片又ハ濾膜片ニ於ケル
物理學的實驗ノ如キ正確サハ期待出來ナイ事ハ止ムヲ得ヌ。

7. 第7圖ハ「アルカリ變性筋ノ等電點水中ニ於テ荷重追加ニヨル延長及ビ追加シタル荷重

ヲ除ク時ノ長サノ回復ノ狀況ヲ示ス。之ハ新鮮状態ニテ最大長 2.1cm ナル死筋ガ第 1 圖ニ於ケルト同様ナル實驗ヲ經過シ、更ニ苛性加里ノ 0.1 モル」液約 7 時間ノ作用ヲ經過シテ眞殘餘短縮ガ 15% トナツタ後、荷重 1.0, 3.0, 6.0 及ビ 9.0g 迄追加シタ實驗デアツテ、之ハ恰カモ酸變性筋ニ於ケル第 2 圖實驗ニ相當スルモノデアアル。

圖ニヨレバ此ノ場合モ荷重ヲ除キタル時ノ長サノ回復ハ完全デハナイ。此ノ復舊ノ不完全ナル部分ハ、酸變性筋ノ場合ニハ酸ノ作用ヲ經過サセテ完全ニシ得タト同様ニ、「アルカリ」ノ作用ヲ經過サセテ完全ニスル事が出來、又酸ノ作用ヲ經過サセテモ完全ニスル事が出來ル。唯ヤ、大濃度ノ「アルカリ」液ノ作用ヲ繰返ヘスニ當リテハ少シ宛デハアルガ眞殘餘短縮ガ殆ンド停止スル事ナク増大スル事、及ビ豫メ「アルカリ」ノ作用ニヨリテ變性シ、相當大キナ眞殘餘短縮ノ生ジタル後ハ酸液ノ作用ヲ受ケテモ眞殘餘短縮ハ殆ンド變化シナイ事ハ第 1 編ニ於テ述ベタ通りデアアル事ニ注意ヲ要スル。

8. 第 3 圖ハ第 2 圖實驗ノ後、酸ノ作用ヲ經過シテ先ノ荷重追加ノ影響ノ消失シタル後、等電點 PH ノ 0.7% 食鹽液中ニテ第 2 圖ト同様ニシタルモノデアアル。之ニヨレバ荷重ヲ除クニ當リテノ長サノ回復ハ食鹽液中ニテハ水中ニ於ケルヨリモ、力ノ大キイガ完全ニ復舊スルモノデハナイ。此ノ残留スル延長モ酸ノ作用ヲ經過サセテホゞ完全ニ除ク事が出來ル。

食鹽ノ濃度ガ前記ヨリモ小ナル場合、其ノ液中ニ於ケル荷重追加ニヨル延長及ビ荷重除去ノ際ノ長サノ回復ノ狀況ハ前實驗ニ於ケルニ比シテ定量的ノ差異ヲ生ズルノミデ、定性的ノ差異ハ生ゼス。

他ノ中性鹽(第 1 編第 6 章ニ掲ゲラレタルモノ)モ等電點ニ於テ其ノ濃度小(約 0.1 規定以下)ナル場合、等規定濃度ニ於テハホゞ同大ノ影響ヲ及ボス。

「アルカリ變性筋ニ於テ諸種鹽ノ影響ヲ檢シテモ酸變性筋ニ於ケルトホゞ同様デアアル。

9. 第 4, 5 及ビ 6 圖ハ第 1 乃至第 3 圖ノ實驗ニ用ヒタルト同一筋標本ガ初メ荷重 0.3g ノ下ニテ夫々鹽酸 0.00032 モル」(PH3.5), 0.001 モル」(PH3.0) 及ビ 0.0032 モル」(PH2.5) 液中ニテ充分短縮シテキル時荷重ヲ順次追加シテ夫々最後ニ 6g, 12g, 及ビ 18g 迄至リ、次デ追加シタル荷重ヲ除キテ舊ノ如ク 0.3g トスル時現ハレル所ノ長サ變化ノ狀況ヲ示スモノデアアル。

之ニヨレバ酸液中ニ於テ短縮シテキル筋ニ於テモ荷重追加ノ時瞬間ニ延長ガ完了スルモノデハナク、尙後ニ續ク。然シ延長ガ實地的ニ完了スルト看做シテモヨイ状態トナル迄ニハ必ズシモ長時間ヲ要スルモノデハナイ。

荷重ヲ除クニ當リテノ長サノ復舊ハ比較的ニ速カデアツテ、且ツ比較的ニ完全デアアル。此ノ復舊ノ完全サハ一般ニ作用シテキル酸ノ濃度ガ其ノ至適濃度ニ近く、從ツテ荷重追加前ノ短縮度ガ大キイ場合程大キイ。短縮度ノ小サイ場合例ヘバ PH 3.5 ノ場合ノ如キハ明カニ不完全デアアル。

PH 2.5 (及ビ描寫圖ノ掲載ハ省略シタガ PH 2.0 等)ノ場合ニハ荷重ヲ除クト直グ一度過大ナル短縮ガ起リ、次ニ自然ニ少シク弛緩シテ初メテ荷重追加前ノ短縮状態ニ復舊スル。此ノ

過大ナル短縮ハ決シテ反動ニヨリテ現ハレルモノデハナク、別ニ興味アル考按ガ加ヘラレルモノデアルガ、夫ニ就テノ詳論ハ次編(動力學的現象編)ニ譲ル。

復舊ノ完全デナイ場合ニハ其ノ時作用シテキル酸ヲ直チニ水洗除去シテ、眞殘餘短縮ヲ檢スルト夫ハ其ノ荷重追加實驗前ニ於ケルヨリモヤ、小サクナツテキル事、換言スレバ荷重追加實驗ノ影響ノ遺殘トシテ筋ガヤ、延長シテキル事ガ認メラレル。

此ノ影響ノ遺殘モヤ、大濃度ノ酸ノ作用ヲ經過サセル事ニヨリテ除ク事ガ出來ル。但シ斯様ニ、完全ニ影響ヲ除去シ得ルタメニハ其ノ實驗ニ於ケル追加荷重ノ大キサ及ビ其ノ作用時間ニハ相當ノ制限ヲ要スル。追加シタ荷重ノ大キサハ、短縮シタ筋ヲホゞ原最大長迄延長サセル程度以下ノモノデナクテハナラズ、又其ノ荷重ノ作用時間モ著シク長クテハナラス。夫等ガ過大ナリシ場合ニハ殘留影響ヲ除去スル事容易デハナイ。

10. 酸(約0.1モル)以下ニ小濃度(約0.1モル)以下ノ鹽ヲ加ヘタル液ノ中及ビ「アルカリ液又ハ「アルカリ」ト鹽トノ混合液ノ中ニテ短縮シテキル筋ニ於テ檢スレバ(夫等ノ描寫圖ノ掲載ハ省略)、荷重追加ニヨル延長ノ大キサハ夫々異ナルガ其ノ時間的關係及ビ追加シタル荷重ヲ除去スル時ノ長サノ回復ノ狀況ハ9.ニ於テ述ベタルトホゞ同様デアル。

概 括

(a) 新鮮死筋及ビ變性筋共ニ夫々其ノ筋蛋白ノ等電點ニ一致スルPHヲ有スル水又ハ中性鹽類溶液中ニ於テ彈性ハ不完全デアル。即チ一度荷重追加ニヨリテ變形(延長)シタル後追加シタル荷重ヲ除去シテモ變形ノ一部ハ殘留スル。

(b) 然シ變性筋ニ於テ檢スルニ其ノ殘留變形ハヤ、大濃度ノ酸(又ハ「アルカリ」)ノ作用ヲ經過サセル事ニヨリテ消失サセル事ガ出來ル。

(c) 變性筋ニ就テ等電點外ニ於テ檢スルニ一般ニ小サナ短縮状態ニアル場合ニハ彈性ハ不完全デアツテ變形ノ一部ガ殘留スルガ、之モ酸(又ハ「アルカリ」)ノ作用ヲ經過サセル事ニヨリテ消失サセル事ガ出來ル。

大キナ短縮状態ニアル場合ニハ彈性ハ殆ンド完全デアツテ變形ハ殆ンド殘留セヌ。

(但シ以上ニイフ所ノ彈性ナル言葉ニ就テ注意ヲ要スル事ハ第2節末ヲ參照セヨ)。

第2節 彈性ノ大キサニ就テ

一般ニ等方ノ彈性體ニ於テ彈性ノ大小ヲ比較スルニハ彈性率(ヤング率)即チ $\frac{\text{單位面積ニ就テノ外力}}{\text{原ノ單位長ニ就テノ歪}}$ ノ値ヲ以テスルガ、水蛭筋ハ全體トシテ等方デハナク、又其ノ自然的靜止長及ビ其ノ太サ即チ横斷面積ヲ實測スル事困難デアルトメニ、上記ノ式ノ値ヲ知ル事困難デアル。又夫ハ必ズシモ本編ノ目的トスル所デモナク、且ツ之ニ就テハ本節末尾ニ示ス如ク注意スベキ點ガアル。

然シ其ノ測定方法ニ準據シタル實驗方法ニヨリテ諸種條件ニ於ケル筋ノ彈性ノ大キサヲ比較スレバ次ノ様ニナル。

實 驗 成 績

第1表ハ第1描寫圖乃至第6描寫圖ノ實驗及ビ其ノ筋ニ就テ同様ニシテ行ハレタル其ノ他

ノ各實驗ニ於テ、筋ニ加ハル各正味全荷重トホ、平衡状態ニ達シタル時ノ筋ノ延長ノ大キサ(描寫圖面上ニテ夫々ノ實驗條件ニテ荷重最小即チ 0.3g ナル時描ク線ヨリ下ニ計測シタル値ヲ擴大倍數即チ 4 ニテ除シタル商)ヲ夫々ノ實驗條件ニテ荷重最小ナル時ノ筋ノ長サノ百分比(即チ $\frac{\text{延長ノ大キサ} \times 100}{\text{最小荷重ノ時ノ長サ}}$)トシ、之ヲ延長度トシテ表ハシテアル。

Iノ欄ハ第1描寫圖ノ實驗結果デア。即チ荷重 0.3g ノ時ノ最大長 2.25cm ナル新鮮眞死筋ノ等電點ノ水中ニテ荷重ヲ追加シタルモノデ、延長度ハ最大長即チ 2.25cm ヲ基準トシテアル。

IIノ欄ハ第2圖ノ結果デア。即チ酸變性筋ガ荷重 0.3g ノ下ニテ其ノ等電點水中ニテ、原最大長ニ比シテ約 6%ノ眞殘餘短縮ヲ保チ、結局 2.1cmノ長サ(變性後最大長)トナツテキル時ノモノデ、此ノ場合ハ延長度ヲ表ハスニ變性後最大長ヲ基準トシテアル。

IIIノ欄ハ第3圖ノ結果デア。即チ酸變性筋ノ等電點食鹽(0.7%)液中ニテセルモノデ、延長度ハ最小荷重ニテ食鹽液中ニ於ケル長サ(夫ハIIノ欄ニ於ケル變性後最大長ト同大デア)ヲ基準トシテ表ハシテアル。

IIIノ欄ハ第4圖ノ結果デア。即チ鹽酸 0.00032 モル液中ニテ充分短縮シテキルモノニ荷重ヲ追加セルモノデ、此ノ場合延長度ハ其ノ酸液中ニテ最小荷重ノ時ノ長サ(夫ハ實測スルモノデハナク、描寫圖面上ニ於ケル短縮ヲ擴大倍數ニテ際シタル商ヲ原最大長ヨリ減ジタル値ヲ以テスル。以下ニ準ズル基準トシテ表ハシテアル。

V以下ノ欄ハ夫々鹽酸 0.001 モル乃至 0.1 モル液中ニテ、IIIノ欄ニ於ケルト同様ニシテ得タル結果デアツテ、延長度ハ夫々ノ酸液中ニテ最小荷重ノ時ノ長サヲ基準トシテアル。

II乃至 VIIIノ欄ノ實驗ヲ通ジテ筋ノ變性程度ハ不變ナリト看做サレル。

第2表ハ第1表ニ於ケルトハ別個ノ筋標本ヲ用ヒテシタルモノデ、主トシテ「アルカリ」ノ影響ヲ知ルヲ目的トスルモノデア。

Iノ欄ハ荷重 0.3g ノ時ノ最大長ガ 2.1cm ナル新鮮眞死筋ニ就テ第1描寫圖ニ於ケルト同様ニ、等電點水中ニテ實驗シタルモノノ延長度ヲ原最大長ヲ基準トシテ表ハシテアル。

IIノ欄ハ第6描寫圖ノ結果デア。即チ「アルカリ」變性筋ノ等電點(PH 5.2)水中ニテ檢シタルモノデ、延長度ハ其ノ變性後最大長ヲ基準トシテ表ハシテアル。

IIIノ欄以下ハIIノ欄ノ結果ヲ得タルト同一筋ノ同變性程度ニテ、諸濃度ノ苛性曹達液中ニテ檢シテ得タルモノデ、延長度ハ夫々ノ液中ニテ最小荷重ノ時ノ長サヲ基準トシテ表ハシテアル。

第1圖表及ビ第2圖表ハ夫々第1表及ビ第2表ノ一部ヲ其ノ延長度ヲ負ノ短縮度ト置キ直ホシテ作圖シタモノデ、各曲線ノ記號ハ各欄ノ記號ト一致サセテアル。即チ之等ハ各條件ニテ最小荷重ノ時ノ筋長ヲ基準トシタル短縮度ト荷重トノ關係ヲ示ス曲線デア。

説 明

1. 實驗誤差 第1圖表及ビ第2圖表ノIノ曲線ハ夫々別個ノ筋標本デアアルガ共ニ新鮮状態ニテ、其ノ他ノ條件モナルバク同様ニシタ場合ノモノデアアルガ、延長ノ大キサハ同荷重ニ於ケルモノモ一致シテキナイ。此ノ不一致ハ實驗誤差デア。之ハ其ノ2標本ハ全ク異ナル蟲體ヨリ採リタルタメ太サ等シクナカッタデアラウ事及ビ裝置上並ビニ測定上等ノ誤謬ニヨルモノト考ヘラル。

同一蟲體ヨリ採ツタ所ノ、太サ殆ンド全ク等シト看做サレル標本ヲ用ヒテモ全ク一致シタル結果ヲ得ル事ハ困難デアツテ、異ナル蟲體ヨリ採リタル標本ニ就テノ實驗ノ結果ニハヤ、明カナル誤差ヲ生ズル事

ハ免ガレナイ。

然シ誤差ハ一般ニ等電點ノ近クニ於ケル實驗即チ最小荷重ノ日時ノ短縮度ガ小サイ場合ニハ比較的ニ大キイガ至適 PH (最大短縮ノ起ル PH) 及ビ其ノ近クニ於ケル實驗即チ最小荷重ノ日時ノ短縮度ガ大キイ場合ニハ比較的ニ甚ダ少イ。

別個ノ筋標本ヲ用フレバ斯様ニ多少ノ誤差ヲ生ズルカラ、諸條件ニ於ケル彈性ノ大キサ等ヲ比較スルニ當リテハ、ナルベク同一標本ニ就テ行ハレタル結果ヨリスル方ガ便利デアル。之ニヨレバ標本其物ニ關スル條件及ビ裝置上又ハ測定上ノ條件ハ多クハ大體ニ於テ普遍シテ誤差ハ少クナル。實際同一筋ニ於テ同一條件ニテ實驗ヲ繰リ返ヘス場合ノ誤差ハ常ニ甚ダ小サク無視シ得ル程度ニ過ギナイ。

第1表 諸條件ニテ荷重追加ニヨル延長ノ狀況(酸ノ作用)

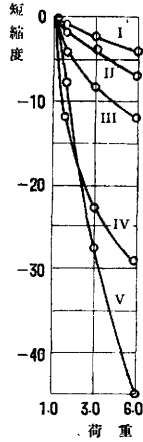
記 號	條 件			最小荷重ノ時ノ狀態		延長度(%) (最小荷重ノ時ノ筋長ヲ基準トス)												
	筋ノ性狀	作用液	液ノPH	筋ノ長サ(cm)	原最大長基準短縮度(%)	全荷重 (g)												
						0.3	1.0	3.0	6.0	9.0	12	15	18	21				
I	新鮮死筋	水	5.4 (等電點)	2.25 (原最大長)	0	0	0.8	2.6	4.2									
II	酸變性筋	"	5.3 (等電點)	2.1 (變性後最大長)	6 (眞殘餘短縮)	0	1.5	4.0	6.8									
III	"	NaCl (0.7%)	"	"	"	0	4.4	8.6	12									
IV	"	HCl	3.5	1.8	21	0	12	23	29									
V	"	"	3.0	1.4	38	0	8	27	45	55	63							
VI	"	"	2.5	1.3	43.5	0	6	23	42	54	63	69	74					
VII	"	"	2.0	1.15	48.5	0	7	28	50	64	75	82	88	92				
VIII	"	"	1.5	1.1	52	0	11	44	71	85	94	100						
IX	"	"	1.0	1.2	48	0	23	56	70	80								

第2表 諸條件ニテ荷重追加ニヨル延長狀況 (「アルカリ」ノ作用)

記 號	條 件			最小荷重ノ時ノ狀態		延長度(%) (最小荷重ノ時ノ筋長ヲ基準トス)												
	筋ノ性狀	作用液	液ノPH	筋ノ長サ(cm)	原最大長基準短縮度(%)	全荷重 (g)												
						0.3	1.0	3.0	6.0	9.0	12	15	18	21				
I	新鮮死筋	水	5.4 (等電點)	2.1 (原最大長)	0	0	1.0	3.5	5.5	7.0								
II	「アルカリ」變性筋	"	5.2 (等電點)	1.8 (變性後最大長)	15 (眞殘餘短縮)	0	2.4	9.7	15	19								
III	"	NaCl (0.7%)	"	"	"													
IV	"	NaOH	10.35	1.55	26	0	8.8	21	28	33								
V	"	"	11.05	1.4	33	0	9.0	25	37	42								
VI	"	"	11.55	1.25	40.5	0	9.6	32	48	57	62							
VII	"	"	12.05	1.15	45	0	11	38	55	66	72	77						
VIII	"	"	12.55	1.15	45	0	15	42	51	68	75							
IX	"	"	13.05	1.2	42	0	20	46	59	67								

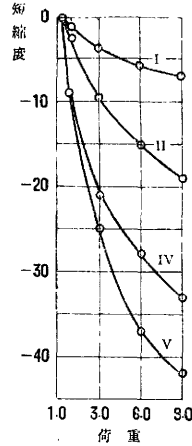
第1圖表 荷重短縮度曲線

(酸ノ作用)
(最小荷重ノ時ノ筋長基準)
第1表ヨリ作圖



第2圖表 荷重短縮度曲線

(「アルカリ」ノ作用)
(最小荷重ノ時ノ筋長基準)
第2表ヨリ作圖



2. 彈性率 上記ノ2圖表ニヨレバ如何ナル場合ニモ荷重増加ト延長トハ直線關係ヲシテハキナイ。之ハ彈性ニ關スルフツクノ法則ガ何時デモ充分正確ニ成立スルモノデハナイ事ヲ示スモノデアル。即チ同一液内ニテモ $\frac{\text{單位面積ニ就テノ外力(即チ荷重)}}{\text{單位長ニ就テノ歪(即チ延長度)}}$ ノ値即チ彈性率ノ値ハ常ニ一定デハナク、歪ガ増スト共ニ大キクナル事ヲ示シテキル。(此ノ場合延長度ガ荷重零ノ時ノ長サ即チ自然的靜止長ヲ基準トシタモノデナイ事ハ遺憾デアルガ、夫ハ結果ニハ影響セヌ)。

從ツテ或ル液中ニ於ケル實驗ニ就テノ上記ノ式ノ値ガ示サレテモ夫ハ何等ノ意味ヲナスモノデモナイ事ニナル。然シ或ル液中ニ於ケル實驗結果ト他ノ液中ニ於ケル實驗結果トヲ比較スルニ當リテ、初メ(即チ荷重0.3gノ時)ノ單位面積即チ太サガ等シク、且ツ單位長ニ就テノ歪ガ等シケレバ上記ノ式ノ値ハ外力即チ荷重ノ大キサノミニヨリテ決スルノデアツテ、之ハ兩場合ノ彈性(率)ノ大小ヲ比較スル標準トスル事ガ出來ル。即チ荷重大ナレバ彈性大キク、荷重小ナレバ彈性ハ小サイトイフ事ニナル。又初メノ太サガ等シク且ツ荷重ガ等シケレバ上記ノ式ノ値ハ延長度ノミニヨリテ決スルノデアツテ、之モ兩場合ノ彈性ノ大小ヲ比較スル標準トスル事ガ出來ル。即チ此ノ場合ハ延長度大ナレバ彈性ハ小サク、延長度小ナレバ彈性ハ大キイトイフ事ニナル。

3. 變性ト彈性(率)ノ變化 第1圖表ニハ新鮮狀態ト酸變性後トノ夫々ノ等電點水中ニ於ケル實驗結果ヲ含ミ、第2圖表ニハ新鮮狀態ト「アルカリ」變性後トノ夫々ノ等電點水中ニ於ケル實驗結果ヲ含ンデキルノデ、酸變性及ビ「アルカリ」變性ニヨル彈性ノ變化ノ狀況ヲ知ル事ガ出來ル譯デアル。

之ニヨレバ同大ノ荷重増加ニヨル延長ハ夫々變性後ハ新鮮狀態ニ於ケルヨリモ大キイガ故ニ、變性ニヨリテ彈性ハ減退スルトイフ事ニナル。

尙此ノ場合夫々新鮮状態ト變性後トハ最小荷重ノ時モ筋ノ長さ等シカラズ、變性後ハ新鮮状態ニ於ケルヨリモ短縮シテキテ、同一筋ニ於テハ一般ニ、短縮シテキル時ハ太クナツテキルト考ヘラレル事ニ注意ヲ要スル。「アルカリ」ニヨリテ變性スル場合ニハ明カニ、色素ノ溶出ニヨル標本ノ褪色ガ認めラレルカラ筋標本全體トシテハ物質損失ノアル事モ考ヘネバナラヌガ、酸ニヨリテ變性スル場合ニハ殆ンド夫々認めラレズ、又「アルカリ」變性ノ場合ニハ物質損失アルトシテモ夫ハ主トシテ附屬組織ニ關スルモノデアツテ、短縮装置(筋纖維又ハ原纖維)其物ニハ關係少キモノト考ヘラレ、短縮装置トシテハ物質ノ増減ナキモノトスレバ短縮スレバ太クナルト考ヘラレル。

又前諸編ニテ考按シタル如ク短縮ガ膨化即チ水攝取ニヨリテ起ルモノトスレバ太サノ増加ハ更ニ大キイ筈デアル。表ニ示サレタル實驗ノ酸變性筋ニ於テハ眞殘餘短縮ハ6%、「アルカリ」變性筋ニ於テハ15%デアツテ、此ノ程度ノ短縮ニテハ夫々變性前即チ新鮮状態ニ比シテ太サ増シテキル事ハ確認出來ナイガ、酸又ハ「アルカリ」液中ニテ更ニヤ、大キク短縮シテキル時ニハ筋標本全體トシテノ太サノ増シテキル事ガ目撃サレ、又重量變化ニ就テノ實驗(第2編)ニヨルモ太サノ増加アルベキ事ハ明カニ結論サレル所デアツテ、夫ニヨリ眞殘短縮アル筋即チ變性筋モ新鮮状態ニ於ケルヨリモ太サ増シテキルト推測サレル。斯様ニ變性後ハ太サ増シテキルト考ヘラレテ而カモ延長ハ大キイノデアルカラ彈性ノ減退ハ殊ニ大キイト看ネバナラヌ。

新鮮筋ト變性筋トハ其ノ蛋白ノ等電點ノPHノ値ヲ異ニスルノデ、實驗ハ夫々相異ナルPHノ液中ニテ行ハレルノデアルガ、此ノPHノ差異ハ極ク僅カデアツテ、之ガ直接彈性ノ差異ノ原因トナルモノデナイ事ハ變性筋ニ於テ實驗スルニ、PH 6.0乃至PH 5.0ノ間ニ於テ彈性ノ差異ハ殆ンド認めラレナイ事ニヨリテ明カデアル。

4. 彈性ニ對スル食鹽ノ影響 第1圖表中IIノ曲線ハ酸變性筋ノ等電點水中ニ於ケル實驗結果デアリ、IIIノ曲線ハ同一筋ノ同變性程度ニテ等電點食鹽液中ニ於ケルモノデアツテ、此ノ2曲線ニヨリテ等電點ニ於ケル筋ノ彈性ニ對スル食鹽ノ影響ガ明カトナル。

兩場合ニ於テ最小荷重ノ時ノ長さハ殆ンド全ク等シイ。從ツテ筋ノ太サモ亦殆ンド全ク等シイト考ヘラレル。故ニ表ニ於ケル同荷重ノ時ノ延長ノ大キサハ直チニ夫々同荷重ノ時ノ彈性ノ比(但シ逆)ヲ示スモノト看做シ得ルノデアツテ、食鹽ノ作用ニヨリテ筋ノ彈性ハ減退スル事ガ知ラレル。之ハ第1編ニ於テモ認めメタ所デアル。

「アルカリ」變性筋ニ於テモ食鹽ノ作用ニヨリテ彈性ノ減ズル事ガ認めラレル。

食鹽ノ此ノ作用ハ濃度増スト共ニ大キクナル。

約0.1規定濃度以下ノ同規定濃度ニテハ他ノ中性鹽モホゞ同様ニ作用シ、其ノ作用ノ強弱ニハ殆ンド差異ヲ見ナイ。

5. 彈性ニ對スル酸又ハ「アルカリ」ノ可逆的影響 前掲ノ表又ハ圖表ニヨリテ夫々酸變性筋ノ彈性ニ對スル酸ノ可逆的影響及ビ「アルカリ」變性筋ノ彈性ニ對スル「アルカリ」ノ可逆的影響ヲ知ル事ガ出來ル。

即チ概シテ同大ノ荷重増加ニヨル延長ハ酸又ハ「アルカリ」液中ニテハ等電點水中ニ於ケルヨリモ大キイガ故ニ一般ニ酸又ハ「アルカリ」ノ作用ニヨリテ彈性ハ減退スルモノト結論サレル。

尙此ノ場合最小荷重ノ時夫々酸又ハ「アルカリ液中ニテハ等電點ニ於ケルヨリモ短縮シテキテ、其ノ短縮ハ酸又ハ「アルカリ」ノ濃度ガ約1/40モルニ至ル迄濃度増スト共ニ大キクナク、夫以上ニテハ再ビ小サクナルカラ筋ノ太サモ大體其ノ短縮ノ大小ニ從ヒテ増減スルト考ヘラレル(前條參照)事ニ注意ヲ要スル。

酸ノPH3.5ノ時(第1表IIIノ欄)ニ比シテPH3.0ノ時(Vノ欄)ニハ荷重1.0gニヨル延長度小サク、又PH3.0ノ時ニ比シテPH2.5ノ時(VIノ欄)ニハ荷重1.0g及ビ3.0gニヨル延長度小サイ事等ハ夫々後ノ場合ハ先ノ場合ヨリモ太サガ大キクナツテキルタメデアルト考ヘレバ總テ上記ノ結論ニ一致スル事トナル。

概 括

彈性率ヲ測定スル原理ニ從ツテ實驗結果ヲ觀察シ、之ヲ概括スレバ次ノ様デアル。

- (a) 彈性率ハ同一液中ニ於テモ常ニ一定デハナク、延長スルト共ニ大キクナル。
- (b) 同荷重ノ時ノ彈性率ノ大キサヨリ見レバ、中性鹽ノ作用ニヨリテ筋ノ彈性ハ減退スル。
- (c) 變性ニヨリテ筋ノ彈性ハ減退スル。
- (d) 酸又ハ「アルカリ」ノ作用ニヨリテ筋ノ彈性ハ減退スル。

注 意

上記ノ如ク斷論スルニハ蓋シ重大ナル考慮ガ必要デアル。

何トナレバ一般ニ筋ガ荷重ニヨリテ延長スル事ハ單純ニ彈性ノミニ關スルトハ考ヘラレヌカラデアル。荷重ヲ加ヘル時、普通ノ等方彈性體ニ於テハ單ニ至ノミノ結果トシテ延長スルモノデアルガ、短縮シタ筋ニ於テハ至ガ生ズルタメニ延長スル事ハ勿論デアルガ尙同時ニ短縮ガ抑制サレル結果トシテモ延長スル。至ガ生ズレバ内力トシテ彈力ヲ生ジ、短縮ガ抑制サレ、バ短縮セントスル内力が生ズル筈デ、此ノ短縮セントスル内力ハ眞ノ意味又ハ狹義ノ短縮力デナクテハナラス。

即チ普通ノ等方彈力體ニ於テハ之ヲ延長サセル所ノ外力即チ荷重ハ、舊長ニ復セントスル内力即チ單純ナル彈力ノミト釣り合フモノデアルガ、短縮シタ筋ニ於テハ之ヲ延長サセル所ノ荷重ハ斯様ニ彈力ト其ノ他ニ尙狹義ノ短縮力トノ兩者ニ對シテ釣り合フト考ヘネバナラス。

換言スレバ等方彈性體ニ於テハ延長ニ對スル彈力トハ其ノ物體ノ體積ハ變ズル事ナク、又ハ變ズル事少クシテ唯形ガ變化スル(即チ歪ム)タメニ生ズル内力デアルガ、筋ニ於テハ更ニ複雑デアル。

前諸編ニ於テ著者ハ恒常荷重ニテノ筋ノ短縮ハ膨化單位、從ツテ短縮單位乃至筋全體ガ膨化即チ水攝取スルタメニ起リ、弛緩ハ再ビ水ノ脱出スルタメニ起ルト考ヘタノデアツテ、隨ツテ膨化短縮シタ筋ニ荷重ヲ追加シテ延長スル際ニモ水ノ脱出ガアリ、追加シタ荷重ヲ除キテ復舊短縮スル際ニハ再ビ水攝取ガアルモノト考ヘラレル。膨化單位其ノ物ニ就テ此ノ考ヲ證明スル事ハ出來ナイガ、筋全體ニ就テノ目測ニヨレバ、ヤ、大濃度ノ酸又ハ「アルカリ液中ニテ短縮シテキル筋ニヤ、大ナル荷重ヲ追加シテ延長サセルニ當リテハ其ノ太サ著シク減ジ、荷重ヲ除去シテ舊長ニ復セシムルニ當リテハ其ノ太サノ復舊アリ、其ノ太サノ變化ハ單

純ナル變形ノ結果デアルトシテハ餘リニ著明デアツテ、單純ナル變形ノ他ニ尙筋全體トシテノ容積ノ變化ガアルベキ事ノ推測ハ困難デハナイ。

此ノ水ノ出入ハ膨化壓ニ關シ、膨化壓ハ滲透壓ノ性質ノモノデアリ、之ガ即チ筋ノ短縮力トナルト考ヘタノデアツテ、從ツテ筋ニ對スル荷重ハ一般ニ單純ナル彈力ト此ノ短縮力トノ兩者ノ和ニ釣リ合フト考ヘネバナラス。膨化單位ハ等電點ニ於テモ、最小デハアルガ或ル程度ノ膨化状態ニアリテ、此ノ膨化状態モ荷重ニヨリテ影響サレルデアラウガ、夫ハ僅カナ程度ノモノデアルカラ無視スルトシテモ、等電點外ニ於テハ此ノ膨化状態ノ變化ハ無視スル事ハ出來ヌト考ヘル。第1節ニ述ベタル如ク荷重ヲカケタ時ノ延長及ビ荷重ヲ除キタル時ノ復舊短縮ガ隣間ニ終ルモノデハナイ事ノ如キモ此ノ種ノ事情ニ關スルト想像スル事ハ容易デアル。

然ルニ上記實驗成績ノ説明ニ當リテハ荷重ハ唯單純ナル彈力ノミニ釣リ合フトシテキタノデアツテ、其ノ概括斷論ハ正シイカ否カ明カデハナイ譯デアル。眞ノ意味ノ彈性ガ如何ニ變化スルカハ更ニ考慮ヲ要スル譯デ、唯上記ノ概括斷論ハ概念的ニハ正シイモノデアルトイフ事ハ次節説明及ビ考按ニ於テ明カトナル。

第1節ニ於テ彈性ノ完全サニ就テ論ズルニ當リテモ筋ノ延長ハ唯至ノミニヨリテ起ルカノ如クニシテ論ジテアルガ、其ノ場合ニモ上記ノ如キ注意ガ必要デアル。即チ荷重ヲ除キタル時復舊短縮ノ完全ナルハ彈性モ完全デアリ、又膨化状態ノ復舊モ完全ナタメデアリ、復舊短縮ノ不完全ナルハ、彈性ノミガ不完全ナルカ、膨化状態ノ復舊ノミガ不完全ナルカ、又ハ其ノ兩者共ニ不完全ナルカニヨラネバナラス。然シ等電點又ハ其ノ近クニ於テハ復舊不完全デアツテ、等電點ヨリ隔リ、短縮即チ膨化ノ大ナルニ從ヒテ復舊ノ益々完全ナル事カラ、膨化状態ノ復舊ハ常ニ完全ナモノト考ヘ、不完全ナルハ彈性(即チ至)ノミニ關スルト考ヘルノガ至當デアラウ。

前掲概括ノ内(d)ノ所説ハSchleier⁽³⁾及ビBethe⁽⁴⁾等ガ生キタ筋ニ酸ヲ作用サセテ人工的持續的收縮ヲ起サシメテ檢シタル結果トホマ一致シテキル。然シ夫等ノ結果ノ生理學上ノ意義ヲ論ズルニ當リテハ大ナル考慮ヲ要スル事ハ上述シタル所ニヨリテモ明カデアル。

第3節 張力變化ニ就テ

恒常荷重ノ時或ル原因ニヨリテ起ルベキ短縮ガ或ル外力ニヨリテ丁度完全ニ抑制サレタ時ハ筋内ニハ、此ノ外力ニ釣リ合ツタ大キサ即チ等シキ大キサノ内力ガ生ズル(又ハ増ス)筈デアリ、其ノ抑制ガ無クナレバ筋ハ其ノ内力ニヨリテ短縮シ、内力ハ消失(又ハ減少)スル筈デアツテ、斯様ナ内力ハ即チ其ノ原因ニヨリテ生ズル張力トモ云ハレルモノデアル。

而シテ一度短縮シタル後延長サセテ初長ニ至ラシムルタメニハ先ト同大ノ外力ヲ要シ、此ノ時同大ノ内力ガ生ズル筈デアル。其ノ外力トシテ荷重ヲ用フルトセバ、例ヘバ第4圖乃至第6圖等ニ示ス實驗ニ於テ丁度初長即チ等電點ニテ荷重最小ナル時ノ長サ即チ原最大長、換言スレバ原ノ零線(變性筋ナラバ變性後最大長、換言スレバ變性後零線即チ眞殘餘短縮線)迄延長サセルニ要スル荷重ハ夫々ノ濃度ノ酸液ノ作用ニヨリテ生ズル張力ニ等シクナケレバナ

ラス。

然シ前節末尾ニ注意シタル所ヨリ考ヘレバ短縮シタ筋ヲ延長サセル荷重ハ彈力ト狹義ノ短縮カトノ兩者ヲ和ト釣り合フモノデアル。即チ前記ノ如キ方法ニヨリテ檢セラレル所ノ張力ナルモノハ短縮カト彈力トヲ含ムト看做サネバナラス。以後之ヲ實驗的張力ト命名スル。

恐ラク、筋ヲ短縮サセル原動力タル狹義ノ短縮力ノミヲ實驗的ニ檢スル方法ハナイデアラウ。横紋筋ニ於テ張力變化ヲ檢スルモノトシテ所謂等長攣縮ノ方法ガアルガ、夫モ原理ニ於テハ前記ノ方法ト異ナラスモノデアル。

斯様ニ彈力ト短縮カトヲ完全ニ分離シテ檢スル事ハ實際ニハ不可能ナ事ト考ヘラレルカラ、此所デハ前記ノ如キ荷重追加實驗ニヨリテ檢セラレル所ノ彈力ト短縮カトノ兩者ヲ含ム、所謂實驗的張力ト恒常荷重ニ於ケル長サ變化トノ關係ヲ檢索シテ、彈性及ビ短縮力等ノ各々ノ變化ノ真相ニ就テ考按ヲ加ヘントスルモノデアル。

第1項 張力變化ノ一般

本項ハ主トシテ酸又ハ「アルカリ」ノ作用ヲ概觀スル事ヲ目的トスルモノデ、酸トシテハ鹽酸、「アルカリ」トシテハ苛性曹達ノ作用ニヨリテ起ル長サ變化ト張力變化トノ關係ニ就テ述べル。

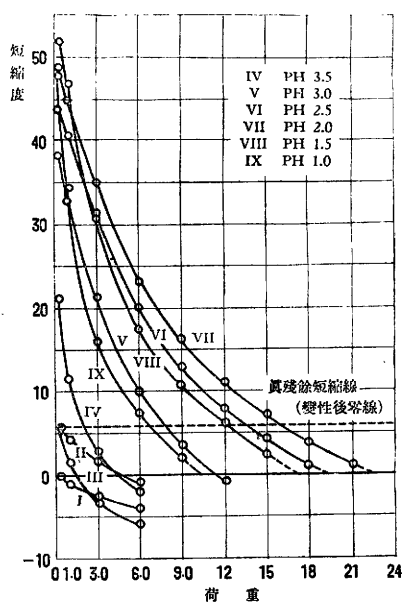
實驗成績及ビ説明

I. 原最大長ヲ基準トスルモノ

1. 荷重短縮度曲線

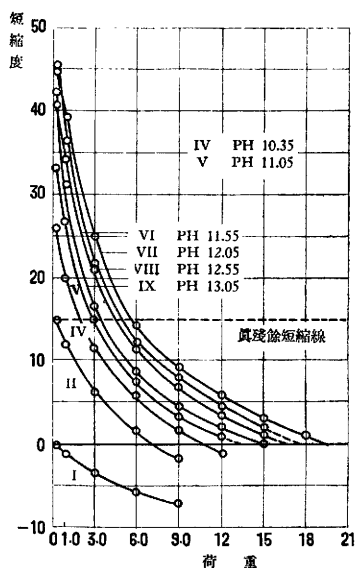
第3圖表 荷重短縮度曲線

(原最大長基準)
第1表ニ相當



第4圖表 荷重短縮度曲線

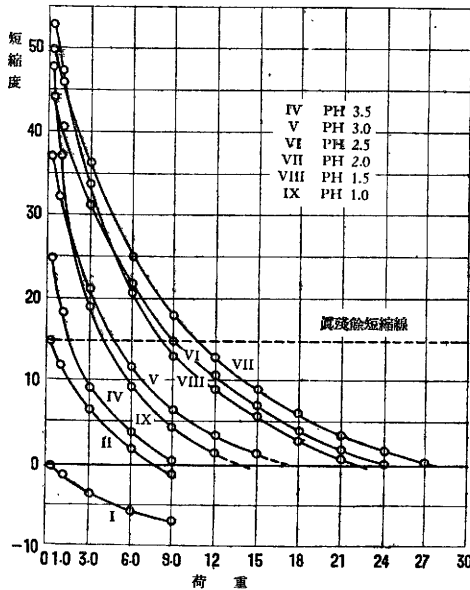
(原最大長基準)
第2表ニ相當



第5圖表 荷重短縮度曲線

(原最大長基準)

「アルカリ變性筋=酸ノ作用



デアル。此ノ數値ハ前者ノ數値ヨリ換算出來ナイ事ハナイガ、却ツテ誤差ヲ生ジ易イカラ、別ニ算出スル方ガヨイ。

第3圖表ハ第1表ニ總括シタル實驗成績ヲ後者ノ現ハレ方ニヨリ現ハシテ得タルモノデ、各曲線ノ記號ハ各欄ノ記號ト一致サセテアル。

第4圖表ハ第2表ニ總括シタル實驗成績ヨリ得タルモノデ、各曲線ノ記號ハ各欄ノ記號ト一致サセテアル。從ツテ當然、第1圖表ノIト第3圖表ノIトハ全く同じ曲線トナリ、又第2圖表ノIト第5圖表ノIトハ全く同じ曲線トナルガ、其ノ他ハ夫々相當スル記號ノ曲線モ異ナル經過トナツテキル。

第5圖表ハ第4圖表ニ示ス實驗ノ後、其ノ筋=酸ヲ作用サセ、各濃度ノ液中ニテ實驗シテ得タル成績ヲ現ハスモノデ、各曲線ニハ第3圖表ニ準ジテ記號シテアル。(其ノ荷重追加ニヨル延長ノ狀況ヲ示ス表及ビ夫々相當スル各條件ニテ最小荷重ノ時ノ筋長ヲ基準トスル荷重短縮等曲線表ノ掲載ハ省略シテアル)。豫メ「アルカリ」ノ作用ニヨリテ相當ノ程度ニ變性シタル筋ハ更ニ「アルカリ」ノ作用ヲ繰リ返ヘス共變性程度(眞殘餘短縮)ハ殆ンド増サマルハ勿論、又更ニ酸ノ作用ヲ受ケテモ變性程度ハ増サヌモノデアルカラ、同じ變性程度ニテ「アルカリ」及ビ酸ノ兩者ノ影響ヲ比較スル事ガ出來ル。

第3、4及ビ5圖表ニ於テハ各條件ニテ、初メ(即チ最小荷重ノ時)原ノ最大長ニ比シテ如何程短縮シテキルカマ知ラレ、且ツ其ノ短縮度ガ荷重追加ニヨリテ段々小サクナツテ行く有様ヲ知ル事ガ出來ルモノデ、描寫曲線ヲ代表スル事最モ忠實ナルモノデアル。原最大長2.5cmナル筋ノ場合ニハ描寫圖面上ニ於テ原ノ零線上ノ短縮ノ大キサヲ計測シ其ノmm數値

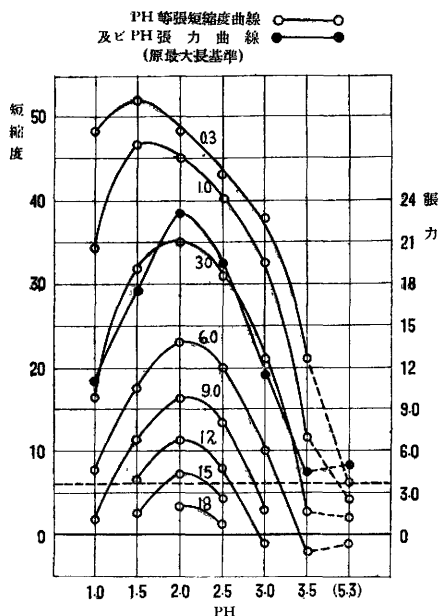
第1及ビ第2圖表ニ於テハ荷重追加ニヨル延長ノ大キサハ各條件ニ於テ夫々最小荷重ノ時ノ長サヲ基準トシテ負ノ短縮度トシテ現ハレテアルガ、此所デハ全く同じ實驗ニ於ケル延長ヲ短縮ノ減少ト看做シ、其ノ大キサヲ總テ夫々ノ筋ノ新鮮状態ニ於テ荷重最小ナル時ノ長サ(即チ原最大長)ヲ基準トスル短縮度トシテ現ハス。即チ前者ニ於テハ實驗條件ノ如何(即チ變性ノ程度及ビ作用液ノPH)ニ從ツテ短縮度ヲ現ハス基準ヲ異ニシテ置イタガ、後者ニ於テハ實驗條件ノ如何ニ拘ハラズ基準ハ全く等シクシ、原最大長ニ比シテ各條件ニテ各荷重ノ時如何程短縮シテキルカヲ示サントスルモノデアル。換言スレバ後者ニ於テハ短縮度 = $\frac{\text{原ノ零線上ニ計測シタル短縮ノ大キサ} \times 100}{\text{原最大長}}$

ヲ其ノ儘短縮度トシテ作圖スレバヨイ。

第 6 圖 表

(原最大長基準)

第 3 圖表ヲ組ミ換ヘタルモノノ曲線ニ
附シタル數ハ荷重ノ値(g)ヲ指ス



2. PH 等張短縮度曲線

第 3 乃至第 5 圖表等ガ現ハス意味ノ了解ニ
便ゼンタメ夫等ノ表ヲ組ミ換ヘテ、短縮度ヲ
PH ノ函數トシテ現ハシテ見ル。

第 6 圖表ハ第 3 圖表ヲ組ミ換ヘタルモノ、
第 7 圖表ノ右半ハ第 4 圖表ヲ、左半ハ第 5 圖
表ヲ組ミ換ヘタルモノデアアル。但シ第 6 圖表
ノ PH 5.3 ノ縦線上ニハ其ノ酸變性筋ノ等電
點水中ニ於ケル短縮度即チ II 曲線上ノモノ
ヲ、第 7 圖表ノ PH 5.2 ノ縦線上ニハ其ノ「ア
ルカリ變性筋ノ等電點水中ニ於ケル短縮度即
チ II 曲線上ノモノヲ配シテアル。

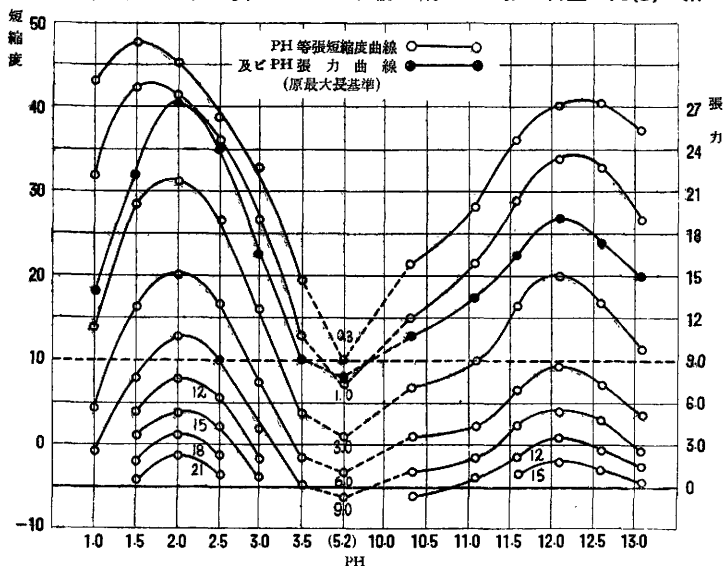
之等ノ表ノ各曲線ハ各荷重ノ時、荷重即チ
所謂張力ヲ恒常不變ニシテ置ク時、PH ノ變
化即チ酸又ハ「アルカリ」ノ濃度ノ變化ニ從ヒ
テ起ル所ノ筋ノ長さ變化ヲ示スモノデ、所謂
等張短縮度曲線デアアル。

斯様ナ等張短縮度曲線ハ勿論實際ニ實驗シ

第 7 圖 表

(原最大長基準)

第 4 及ビ第 5 圖表ヲ組ミ換ヘタルモノノ曲線ニ附シタル數ハ荷重ノ値(g)ヲ指ス



テモ得ラレル譯デアアル。前諸編ニ示シタルモノハ皆荷重 0.3g ナル時ノ等張短縮實驗ノ成績デ

アル。第1編第14, 第16及び第17圖表中ニハ夫々 0.3g, 1.0g 及び 3.0g ノ恒常荷重ニテ鹽酸ノ濃度變化ニ伴フ所ノ長サ變化ヲ檢シテ得タル曲線ガ現ハサレテキルガ夫等ノ3曲線ノ關係ト第6圖表中ノ相當スル3曲線ノ關係トハ可ナリヨク一致シテキル事ガ明カニ認メラレル。(第1編340及ビ341頁參照セヨ)。同一筋ニ於テ檢スレバ組ミ換ヘ曲線ト實施曲線トハ一般ニ甚ダヨク一致スル。但シ等電點及ビ其ノ近クニ於テ或ル程度以上ノ大荷重ニヨリテ大キク延長セシメ、且ツ之ヲ長時間持續スル事ハ筋ニ有害ナル不可逆的影響ヲ殘サセルタメ、斯様ナ大荷重即チ約9g以上ノ荷重ニテ等張短縮實驗ヲ實施シタ結果ト組ミ換ヘ曲線トハ一致シ難クナル。

此ノ第6圖表ニテ荷重 3.0g 以下ナル時ハ等電點ニテ筋ノ長サ最大ニシテ PH 3.5 ノ時即チ一般ニ酸ノ作用ニヨリテ短縮ガ起ル事ヲ認メルニ拘ハラズ、荷重 6.0g ナル時ハ等電點ニ於ケルヨリモ PH 3.5 ナル時ハ更ニ筋ノ長サ大トナル(即チ延長スル)事ガ認メラレル事ハ注意ヲ要スル。前諸編ニ於テ恒常荷重ノ下ニテハ筋ノ長サハ等電點ニ於テ最大デ、酸(又ハ「アルカリ」)ノ作用ニヨリテ直チニ短縮ガ起ルト述ベタルニ反シテ此所ニ此ノ矛盾ヲ生ズルガ如キモ、之ハ眞ノ矛盾デハナク、實驗方法ニ關スルモノデアアル。即チ組ミ換ヘ曲線ニ於ケル如ク、初メ荷重 0.3g ニテ其ノ當時(變性後)ノ最大長ニ達シテキルモノニ等電點水中ニテ荷重ヲ追加シテ 6.0g トシ(コ、デ食鹽液ヲ作用サセズシテ)延長ノ完了シタル後酸ヲ作用サセル實驗ヲ實施スルナラバ、正ニ組ミ換ヘ曲線ガ示ス様ニ小濃度ノ酸液ノ作用ニヨリ、即チ PH 4.0 又ハ PH 3.5 ニ於テ必ズ等電點ニ於ケルヨリモ更ニ延長スル事ヲ認メ、次デ更ニ大濃度ノ酸液ヲ作用サセレバ初メテ短縮ガ起ル(荷重ガ更ニ大ナル時ハ延長ハモツト著明トナル)。

此ノ種ノ實驗ノ場合、荷重 6.0g ニテ等電點水中ヨリ PH 4.0 ノ酸液ノ作用ヲ經過セズシテ、直チニ PH 3.5 ノ酸液ヲ作用サセル時ニハ、初メ或ル程度ノ大キサノ徐々ナル弛緩ガ起リ、次デ自然ニ再ビ徐々ニ短縮シテ漸ク平衡長ニ達スルヲ常トスル。荷重 3.0g ニテモ等電點ヨリ直チニ PH 3.5 ノ酸液ヲ作用サセル時、上記ト同様ニ初メ僅カデハアルガ延長ガ起リテ後自然ニ再ビ短縮シテ平衡長ニ達スルヲ見ル場合ガアル。但シ等電點水中ヨリ直チニ PH 3.0 又ハ夫ヨリ小ナル酸液ガ作用スル時ニハ此ノ初期延長ガ起ル暇ナク、速カニ短縮ガ起ル。

然シ等シク荷重 6.0g (又ハ夫ヨリ大)ニテ等張短縮實驗ヲ實施スルニシテモ、初メ等電點食鹽液(0.7%)中ニテ荷重ヲ増シテ 6.0g トシ、又ハ等電點水中ニテ荷重ヲ増シテ 6.0g トシ更ニ等電點食鹽液ヲ作用サセ(此ノ食鹽液ノ作用ニヨリテ水中ニ於ケルヨリモ延長シテ、食鹽液中ニテ荷重ヲ増シタト同様トナル——第1編參照)、夫等ノ食鹽液中ニテ充分延長シタル後食鹽ヲ水洗除去シ(水中ニ移ルモ筋ノ長サハ食鹽液中ニ於ケルト同大デアアル)酸ヲ作用サセルナラバ、此ノ時ハ如何ナル濃度ニテモ延長ヲ見ル事ナク、長サ變化アレバ必ズ短縮トナルモノデアアル。

若シ、第6圖表ヲ作圖スルニ當リテ PH 5.3 ノ縦線上ニ第3圖表中ノ等電點食鹽液中ニ於ケル短縮度即チ III 曲線上ノモノヲ採ルナラバ、等張短縮度曲線ニ延長ガ現ハレナイ事ハ第3圖表ヨリ容易ニ看取出來ル所デアアルガ、上記後者ノ如ク實施シタルモノハ丁度斯様ナ曲線

トナル譯デアアル。

斯様ニ上記前者ノ如ク實施スル時小濃度ニテ延長ガ起ル事ノ眞ノ理由ニ就テハ更ニ説明ヲ要スル。

「アルカリ」ノ場合ニ就テハ第7圖表ノ右半ニ於テ見ルニ、荷重 6.0g 又ハ 9.0g ニテモ上記ノ如キ、小濃度側ニテ等電點ニ於ケルヨリモ延長スル事ハ現ハサレテキナイガ、「アルカリ」ノ作用ト酸ノ作用トハ全ク同原理ナルベキ事ハ其ノ圖表ノ左半ト比較スレバ明カデアツテ、實際、適當ナル變性程度ノ筋ニテ、上記前者ノ如キ實驗ヲ實施シテ、PH 10.0 ヨリモ更ニヤ、小ナル PH ニ於テ等電點ニ於ケルヨリモ更ニ延長スル場合或ハ初期延長ガ起ル場合ニ遭遇スル事ガ出來ル。

3. PH 張力曲線

第3乃至第5圖表ノIIノ曲線ガ短縮度零ノ横線ト交ル時ノ荷重ノ値ハ變性シテ短縮シタル筋ヲ丁度原最大長迄延長サセル荷重、即チ丁度眞殘餘短縮ヲ抑壓スル荷重ノ値、換言スレバ變性ニヨリテ増加(不可逆)スル張力ノ値ト最初ヨリノ荷重 0.3g トノ和トイフ事ガ出來ル。III 及ビ夫以上ノ記號ノ曲線ガ零線ト交ル時ノ荷重ノ値ハ上記ノモノト更ニ酸又ハ「アルカリ」ノ作用ニヨリテ増加(可逆)スル張力トノ和トイフ事ガ出來ル。

斯様ヲ全張力ヲ PH ノ函數トシテ現ハシテ見ルト第6及ビ第7圖表ニ於ケル張力曲線トナル。但シ張力ノ數值ハ g ヲ指ス。

II. 變性後最大長ヲ基準トスルモノ

上記ニ於テハ短縮度ハ原最大長ヲ基準トシテアルタメ、其ノ短縮度ノ内ニハ總テ眞殘餘短縮度ヲ含ンデキルガ、コノデハ短縮度ハ變性後ノ最大長ヲ基準トシ、酸又ハ「アルカリ」ノ作用ニヨリテ起ル所ノ短縮ノ可逆的部分ノミヲ現ハサントスルモノデアアル。

變性後ノ最大長ハ原ノ最大長ヨリ眞殘餘短縮ニ相當スル長ヲ減ジタルモノ、短縮ノ可逆的部分ハ原ノ零線上ニ計測シタル短縮ヨリ眞殘餘短縮ヲ減ジタルモノ、(即チ變性後零線上ニ計測シタル短縮ノ大キサ)デアアル。從ツテ變性後最大長ヲ基準トスル短縮度

$$= \frac{\text{原最大長基準短縮度} - \text{眞殘餘短縮度}}{100 - \text{眞殘餘短縮度}}$$
トシテ計算シテモ求メラレル。

4. 荷重短縮度曲線

第8圖表ハ上述ノ様ニシテ現ハシタモノデ第3圖表ニ相當スルモノデアアル。

此ノ第8圖表ノII及ビIIIノ曲線ハ第1圖表ノII及ビIIIノ曲線ト夫々全ク同ジ經過ヲトルガ、其ノ他ノ曲線ハ夫々相當スル記號ノモノモ經過ヲ異ニスル事ハ上記ノ如ク基準ノ採り方ニ關シテ當然ノ事デアアル。尙第8圖表ニ於テ各曲線ガ原ノ零線ト交ル時ノ荷重ノ値ト第3圖表ニ於テ夫々相當スル曲線ガ短縮度零ノ線ト交ル時ノ荷重ノ値トガ全ク一致スル事及ビ第8圖表ニ於テ各曲線ガ短縮度零ノ線ト交ル時ノ荷重ノ値ト第3圖表ニ於テ夫々相當スル曲線ガ眞殘餘短縮線ト交ル時ノ荷重ノ値トガ全ク一致スル事モ當然デアアル。

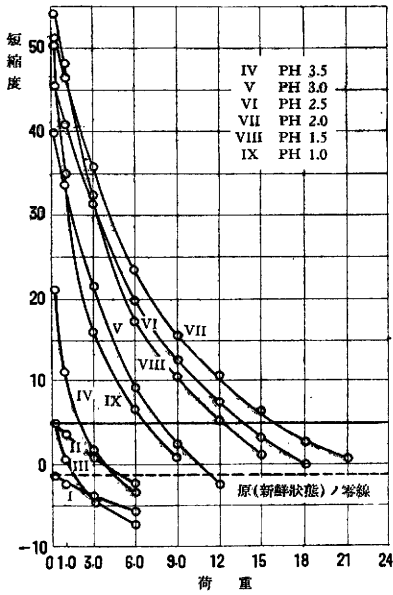
5. PH 等張短縮度曲線

第9圖表ハ第8圖表ヲ組ミ換ヘテ、PH ノ函數トシテ現ハシタル等張短縮度曲線デアアル。

第 8 圖表 荷重短縮度曲線

(變性後最大長基準)

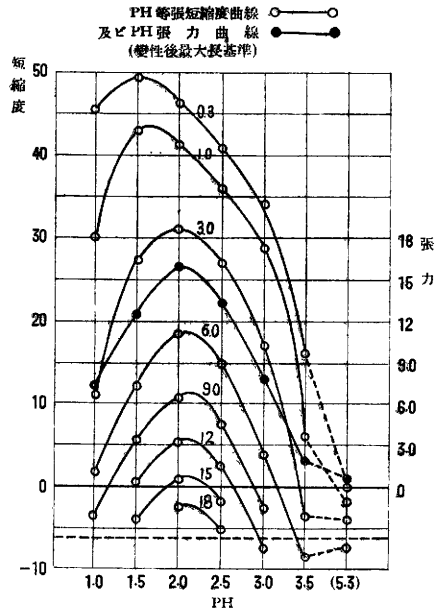
第 3 圖表 = 相當



第 9 圖表

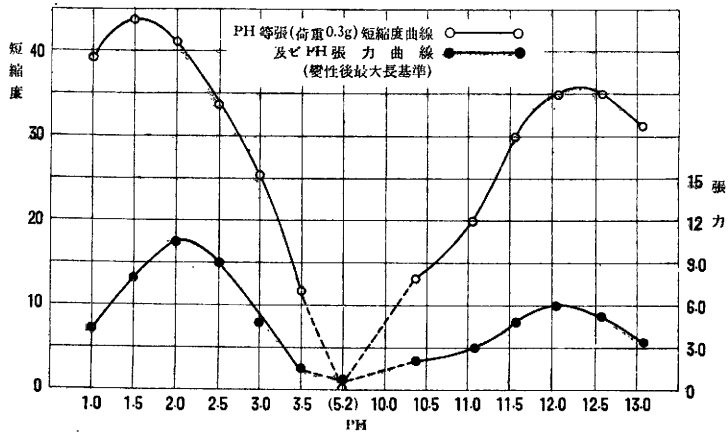
(變性後最大長基準)

第 8 圖表ヲ組ミ換ヘタルモノ第 6 圖表 = 相當
曲線 = 附シタル數ハ荷重ノ値 (g) ヲ指ス



第 10 圖表

第 7 圖表 = 相當



此ノ曲線ハ既ニ酸ノ作用ヲ受ケテ變性シタル筋ニ於テ酸ノ作用ニヨリテ現ハレル等張短縮ノ可逆的部分ノミヲ現ハシテキル。前諸編ニ於テ多クノ等張短縮度曲線ガ掲ゲラレタガ總テ原最大長ヲ基準トシテ現ハシ、未ダ此ノ種ノ現ハシ方ヲシタモノハ無カツタノデ、變性後最大長ヲ基準トシタルモノハ之ガ最初ノモノデアル。

第10圖表ニハ「アルカリ變性筋ニ於テ荷重0.3gノ時ノ等張短縮度曲線ダケ示シテアル。(荷重更ニ大ナル時ノモノハ省略シテアル。又其ノ原表タルベキ變性後最大長ヲ基準トスル荷重

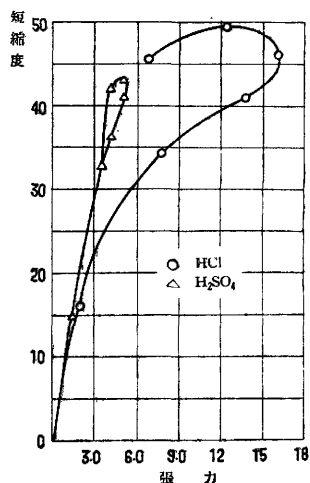
短縮度曲線表モ省略シタ)。

6. PH 張力曲線

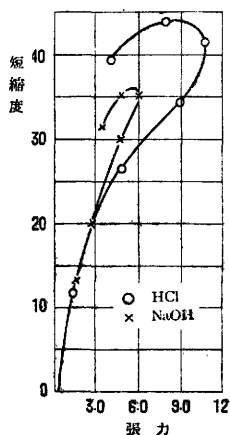
第9圖表中ノ張力曲線ハ第8圖表ニ於テ各曲線ガ短縮度零ノ線ト交ル時ノ荷重ノ値ヲPHノ函數トシテ現ハレテアル。此ノ張力曲線ハ短縮ノ可逆的部分ノミニ相當スルモノデアツテ眞殘餘短縮ニ相當スル張力ハ含ンデキナイ。

第10圖表ニハ「アルカリ變性筋ニ於ケル張力ヲ示シテアル。之ニ於テハ第4及ビ第5圖表ニ於テ各曲線ガ眞殘餘短縮線ト交ル時ノ荷重ノ値ヲ張力トシテ採ツテアル。

第11圖表 張力短縮度曲線
(變性後最大長基準)
第9(又ハ第15)圖表ヨリ作圖



第12圖表
張力短縮度曲線
(變性後最大長基準)
第10圖表ヨリ作圖



7. 張力短縮度曲線

第11圖表ハ第9圖表ヨリ長サ變化ヲ張力變化ノ函數トシテ現ハシモノデアアル。長サ變化トシテハ荷重零ノ時ノモノヲ採ル事ハ望マシキ事デアアルガ夫ハ實驗的ニ檢スル事困難デアアルカラ、實驗的ニ檢シ得ル範圍ニテ最小即チ0.3gナル時ノモノヲ採ツテアル。尙此ノ圖表ニハ硫酸ノモノモ併示シテアルガ、夫ニ就テハ次項ニ於テ説明スル。

第12圖表ハ第10圖表ヨリ作

圖シタル張力短縮度曲線デアアル。

考 按

A. 酸又ハ「アルカリ」ノ不可逆的作用

酸又ハ「アルカリ」ノ作用ニヨリテ生ズル眞殘餘短縮ハ變質現象ト考ヘラレ、不可逆的ノモノデアアルガ、之モ短縮ト看做ス以上ハ夫ニ相當スル張力トイフモノモ取扱ヒ得ル譯デアアル。

第3圖表ニ於ケルIノ曲線トIIノ曲線トノ關係ハ、第8圖表ニ於ケルIIノ曲線トIII及ビ夫以上ノ記號ノ曲線トノ關係ト性質的ニハ全ク等シイ事ガ認メラレル。之ハ新鮮死筋ガ變性シテ眞殘餘短縮ガ生ズル時及ビ變性筋ガ可逆的ニ短縮スル時、其ノ理學的性質ノ變化ハ等シイ事ヲ示スモノト考ヘテヨイ。「アルカリ變性筋ニ於テ考慮シテモ同様デアアル。

理學的性質トシテ此所デハ唯張力及ビ彈性ノ變化ニ就テ論ジ得ルノミデ、可逆的短縮ノ際ノ理學的性質ノ變化ノ眞相ガ如何ナルモノデアアルカハCノ條下ニテ詳論スルガ、要スルニ短縮ハ張力ノ増加スル結果トシテ起リ、短縮スレバ筋ノ彈性ハ減退スルモノデアツテ、上記ノ事實ヨリ不可逆的ナル眞殘餘短縮ノ際ニモ同様デアアルト考ヘラレル。

之ニヨリテ又眞殘餘短縮ト可逆的短縮トハ其ノ内部機轉ニ於テモ一致スル所ガアルト想像

出來ル。然シ不可逆的ナルモノト可逆的ナルモノト全く同一機轉ニヨルトスル事ノ不合理ナルハ云フ迄モナイ。從ツテ之ハ眞殘餘短縮ト可逆的短縮トハ其ノ内部機轉ハ全然同ジデハナイガ、或ル點ニ於テ相通ズル所アル事、即チ前者ハ筋蛋白分子自身ノ加水分解ニ關シ、後者ハ Donnan 平衡ニヨル膜通過性分子ノ變化ニ關スルトイフ差ハアルガ、共ニ筋ヲ構成スル單位ノ膨化ニヨリテ起ルトイフ考ヘヲ裏書スルト云フテヨイデアラウ。後述ノ如ク膨化壓ガ張力トナル。又可逆的短縮ノ際ハ膜通過性分子(又ハ「イオン」)ノ二次的作用ニヨリテ蛋白分子凝集力、從ツテ筋ノ彈性ガ減退スルガ、眞殘餘短縮ノ際ハ蛋白分子ガ分解シテ小サクナル結果トシテ分子凝集力ガ減退スルデアラウ。

第3圖表ト第5圖表トヲ比較シ、又第6圖表ト第7圖表左半トヲ比較スルニ夫々前者ハ酸變性筋ニ於ケルモノ、後者ハ「アルカリ變性筋」ニ於ケルモノデ、其ノ變性程度ニ於テハ著シイ差異アルニ拘ハラズ其ノ長サ變化及ビ張力變化ニ於テハ唯量的差異アルノミデ質的ノ差異ナキ事ハ注意ヲ要スル。此ノ事實ニヨリ變性其物ハ可逆的長サ變化ニ對シテ量的ニハ影響スルガ、質的ニハ影響シナイモノデ、變性筋ニ於ケル可逆的長サ變化ニ就テノ理論ハ變性程度甚ダ小ナル筋及ビ變性セザル筋ノ長サ變化ニモ通ズルト推測スル事ガ出來ル。

B. 鹽類ノ作用

第8圖表ノII及ビIIIノ曲線ハ第1圖表ノII及ビIIIノ曲線ト夫々全く同ジデアル事ハ既述ノ通りデアル。第3圖表ノII及ビIIIノ曲線ハ基準ノ採り方ノ異ナルタメニ其ノ數値ニ於テハ上記ノ表ニ於ケル相當記號ノ曲線ト一致スルモノデハナイガ、各表ニ於ケルIIノ曲線トIIIノ曲線トノ關係ガ現ハス意味ハ相等シイ。即チ第3圖表ニ於テ眞殘餘短縮ニ相當スル實驗的張力ガ食鹽液中ニテハ水中ニ於ケルヨリモ小サイ事ハ第2節4ニ述ベタル如ク、食鹽液中ニテハ水中ニ於ケルヨリモ筋ノ彈性小ナル事、換言スレバ食鹽ノ作用ニヨリテ筋ノ彈性ガ減退スル事ヲ示スモノデアル。等電點ニテハ初メ(荷重0.3gノ時)水中ニテモ食鹽液中ニテモ筋ノ長サハ殆ンド全く等シイ。即チ食鹽ノ作用ニヨリテ別ニ短縮ハ起ラスモノデアルカラ、此所デハ實驗的張力ナルモノガ短縮カト如何ナル關係ニアルカノ考慮ノ必要ナク、實驗的張力ノ差ハ彈力ノ差ノミヲ現ハスト見テヨク、第2節4ノ斷論ハ其ノ儘承認シテヨイ譯デアル。

此ノ斷論ニヨリテ第1編第1章第4節第1項(1)ニ記載サレタル所ハ更ニ裏書サレル。即チ小荷重ノ下ニテ酸又ハ「アルカリ」ノ作用經過後0.7%食鹽液ヲ作用サセテ充分弛緩セシメ假殘餘徑縮無キ状態トシタル後、水中ニテ荷重ヲ増シテ例ヘバ3.0gトシ、此ノ荷重増加ニヨル延長ノ完了シタル後食鹽液ヲ作用サセル時更ニ起ル所ノ延長ハ其ノ食鹽ニヨリテ筋ノ彈性ガ減退スルニヨルモノデアル。

新鮮死筋ノ状態ニテ同一筋ヲ用ヒテ水中ニ於ケル彈性ト食鹽液中ニ於ケル彈性トヲ上記ノ如キ張力實驗ノ方法ニヨリテ比較スル事ハ出來ナイ。何トナレバ一實驗後ニ其ノ殘留變形ヲ除クタメニハ酸又ハ「アルカリ」ノ作用ヲ經過セシメバナラズ、其ノ經過ノタメニ筋ハ變性スルカラデアル。然シ新鮮死筋ニ於テモ鹽ノ作用ニヨリテ筋ノ彈性ノ減退スル事ハ前記第1編ノ實驗ニ準ジテ、未ダ大荷重ニ遭遇セザル新鮮死筋ニ水中ニテ荷重ヲ増シ、其ノタメニ延長ノ完了シタル後食鹽ヲ作用サセル時更ニ延長ガ起ル事ニヨリテ明カニ知ラレル。

C. 酸又ハ「アルカリ」ノ可逆的作用

短縮ノ可逆的部分ノ考察ニ當リテハ長サ變化ヲ表ハスニ、第8乃至第10圖表ノ如ク變性後ノ最大長ヲ基準トシタルモノノ方が其他ノ、原最大長ヲ基準トシタルモノヨリモ意義大ナル事ハ云フ迄モナイ。

又可逆的部分ニ就テハ酸ニヨルモノモ「アルカリ」ニヨルモノモ同機轉ナルベキ事ハ第10圖表ノ兩側ヲ比較スレバ明カデアル。從ツテ理論ハ酸ノ場合ノミニ就テ説明スレバ充分デアル。

短縮ハ酸又ハ「アルカリ」ノ作用ニヨリ或ル機轉ヲ介シテ筋内ニ生ズル張力即チ短縮力ニヨリテ起ル。而シテ荷重零又ハ甚ダ小(無視シテモヨイ程度)ナル時ハ、短縮シタ筋ニハ張力ハ全ク消失シテキル筈デアツテ、其ノ全張力即チ全短縮力ニヨリテ短縮シタ譯デアル。即チ荷重零又ハ甚ダ小ナル時ハ各濃度ノ酸又ハ「アルカリ」ニヨル短縮ノ大キサハ夫々ノ濃度ノ酸又ハ「アルカリ」ニヨリテ生ズル全短縮力ノ簡單ナル函數トナル筈デアル。

斯様ナ全短縮力トイフモノヲ假定シテ以下考按スル。但シ全ク荷重ヲカケラレザル筋ノ長サヲ實測スル事ハ出來ナイ事等ノタメニ、的確ナル數學的取扱ノ困難ナル事ハ遺憾デアル。實驗的ニ最小荷重トシテ用ヒテキル所ノ0.3gハ嚴格ニ云ヘバ無視シ得ルモノデハナイ事ハ荷重短縮度曲線カラ想像シ得ルモノナル事ハ留意ヲ要スル。

a. 實驗的張力ノ意義

實驗的張力トハ實驗方法ニヨリテ明カナルガ如ク、荷重ニヨリ初長(變性後最大長)迄延バサレテキル筋ガ、荷重ヲ除カレル時現ハス所ノ短縮ヲ起スベキ内力デハアルガ、之ハ各濃度ノ酸又ハ「アルカリ」ノ作用ニヨリテ生ズル全短縮力ヲ現ハスヤ否ヤ。荷重零又ハ甚ダ小ナル時ノ短縮ノ大キサハ全短縮力ノ簡單ナル函數デアツテ他ニ因子ヲ含マストスレバ、少ク共短縮度ノ最大ナルPHト全短縮力ノ最大ナルPHトハ一致スベキ筈デアル。而シテ實驗的張力ガ直チニ全短縮力ヲ現ハスモノナラバ、又實驗的張力ノ最大ナルPHト短縮度ノ最大ナルPHトモ一致スベキ筈デアル。

然ルニ第11及ビ第12圖表ノ張力短縮度曲線ニヨレバ實驗的張力ト短縮度トノ關係ハ甚ダ複雑デアツテ、特ニ短縮度ト實驗的張力トノ最大ハ一致シナイ事ガ目立ツテキル。之ニヨリテ實驗的張力ハ全短縮力ヲ現ハスモノデハナク、モツト複雑ナモノデアルト考ヘル。

此所ニ考慮スベキハ蓋シ彈性ノ問題デアラウ。

短縮シタ筋ニ荷重ヲ加ヘ又ハ増ス時ニハ短縮ガ抑制サレルタメニ延長スルノミデハナク、又同時ニ筋ガ歪ム事ニヨリテモ延長ガ起ル筈デアル。從ツテ

(1) 實驗的張力ニ相當スル荷重ニヨリテ初長迄延長シテモ、此ノ時筋ノ内部狀況ハ一部分又ハ大部分ガ初状態(短縮シナイ時ノ状態)ニ復スルニ過ギナイノデアツテ、同時ニ歪モ起ルタメニ全體トシテ初長ニナルモノデアラウ。(目測ニヨレバ、荷重ヲカケテ延長サセルト筋ハ細クナリ、筋全體トシテ其ノ體積ガ小サクナルガ、初長ニ達シタ時ノ太サハ荷重追加サレズシテ等電點ニアル時ノ太サヨリモ幾分か尙太イ。即チ其ノ體積ハ等電點ニ於ケルヨリモヤ、大キイ様ニ見エル)。

(2) 實驗的張力ニ相當スルヨリモ更ニ大ナル、充分ナル荷重ニヨリテ内部狀況ガ丁度完

全=復舊セシメ得タトスルナラバ、筋ハ歪ニヨリテ延長シタルダケ初長ヨリモ更ニ長クナル筈デアル。然シ如何程ノ長サトナルベキカ分カラヌ。

斯様ニ荷重ハ内部状態ヲ復舊サセルカト歪マシメルカトニ配分サレ、復舊サセル力ハ狹義ノ短縮カト釣り合ヒ、歪マシメル力ハ狹義ノ弾カト釣合フモノデアルカラ、或ル濃度ノ酸液ノ作用ノ際ノ實驗的張力ハ其ノ濃度ニ相當ナル全短縮力ノ一部ト或ル大キサノ弾力トノ和デアル。其ノ配分ノ割合ハ知ル事ハ出來ヌ。

(3) 全短縮力ニ相當スル荷重ヲ加ヘタトスレバ、其ノ荷重ノ或ル部分ハ筋ヲ歪マシメルタメニ用ヒラレ、残りノ部分ニヨリテ短縮ガ抑制サレルノデアルカラ、筋ノ内部狀況ハ完全ニハ復舊セヌ筈デアル。而シテ歪モ起ルノデ其ノ結果如何ナル長サトナルカ明カデナイ。

荷重ノ影響ハ一般ニ斯様ナ意味ヲ持ツテキルノデ、實驗的張力ハ全短縮力ヲ現ハス事ハ出來ナイモノデアル。若シ筋ヲ歪マシメル事ナシニ短縮ヲ抑制サセル方法ガアルナラバ度初長迄延長サセル力ハ全短縮力ノミニ等シイ譯デアルガ、荷重ヲ用フル場合ニハ歪ヲ避ケル事ハ出來ナイノデ、張力トイフモノハ複雑トナル。

此處デ一般ニ筋ノ歪トイフガ、實際ニハ筋内ノ諸種形態的單位ニ就テ考慮サレテ、甚ダ複雑ナ筈デアルガ、之ヲ逐一分析スル事ハ出來ナイノデ、全體1個ノ單位トシテ取扱ツテモイイト見做シテキル。

b. 弾性及ビ全短縮力ノ變化

第9圖表ニ於テ PH 5.3 即チ等電點ナル場合ト PH 3.5 ナル場合トヲ比較シテ見テ、荷重小(3g以下)ナル場合ニハ、酸中ニテハ等電點ニ於ケルヨリモ筋ガ短縮スル事が知ラレル。之ハ勿論酸ノ作用ニヨリテ短縮力ガ生ズル結果デアル。然ルニ荷重大(例ヘバ6g)ナル時ハ酸中ニテハ等電點ニ於ケルヨリモ筋ハ延長シテキル。之ハ前ノ事實トハ全ク反對デアル。

此ノ關係ヲ説明スルニハ酸ガ作用スル時短縮力ガ生ズルガ、同時ニ筋ノ彈性率ガ減退スルト考ヘレバヨイ。但シ此所デ彈性率トハ $\frac{\text{外力}}{\text{歪}}$ ヲ指シ、外力ニ就テハ單位面積ニ換算スル要ナク、筋全體ニ對スルモノヲ見、歪ニ就テハ單位長ニ換算スル要ナク、筋全體ノ延長ヲ等電點ニ於ケル長サヲ基準トシテ現ハシタルモノヲ其ノ儘見レバヨイ。即チ此所デモ的確ニヤング率ノ値ヲ吟味スルノデハナイ。

荷重零又ハ甚ダ小ナル時ハ彈性(率)ガ増減シテモ長サ變化ハナク、短縮力ガ發生又ハ増加スレバ夫ニ從ツテ短縮ガ起ル筈デアルガ、荷重大トナルト共ニ、彈性ガ減退スル結果トシテハ延長ガ段々著明トナリ、短縮力ガ發生又ハ増加シテモ其ノ結果トシテノ短縮ハ抑制サレテ不著明トナル筈デアル。從ツテ小濃度ノ酸ノ作用ニヨリテ短縮力ガ生ジ、同時ニ彈性ガ減退スルトスレバ、其ノ結果ハ荷重小ナル時ハ彈性ガ減退スル事ハ現象トシテ認メラレルニハ至ラズシテ短縮トナルガ、荷重大ナル時ハ短縮力ノ發生シタ事ハ現象トシテ認メラレルニハ至ラズシテ、彈性ノ減退シタ事が現象トシテ目立ツテ來テ延長トナルノデアル。

斯様ニ考ヘレバ實驗成績2ノ條下第6圖表ニ關シテ説明シタル所、即チ荷重6gニテ組ミ換ヘ曲線ト全ク同様ナ等張短縮實驗ヲ實施スル時即チ初メ等電點水中ニテ荷重ヲ増シテ6gトシ、其ノ荷重増加ニヨル延長ガ完了シタ時酸作用實驗ヲ始メル時ニハ初期弛緩ヲ見ルニ反シテ、等シク同荷重ニ於ケル等張短縮實

驗ヲ實施シテモ、初メ等電點食鹽液中ニテ荷重ヲ増シテ6gトシ、其ノ荷重増加ニヨル延長ガ完了シタ後食鹽ヲ水洗除去シテ酸作用實驗ヲ始メル時ニハ初期弛緩ヲ見ル事ナク、直チニ短縮ガ始マルトイフ事ノ理由モ明カトナツテ來ル。後ノ場合即チ食鹽液中ニテ荷重ヲ増ス時ニハ食鹽ニテ彈性ガ減退シテキル状態ニテ増荷サレテ充分延長シ、其ノ後食鹽ヲ水洗除去シテ彈性ハ増ス筈デアルガ、筋ノ長サハ彈性減退シテキル時ノ状態ニ固定サレテキルため、次ノ酸ノ作用ニヨリテ彈性ガ減退シテモ其ノ影響ハ現象トシテハ認めラレナイ。尤モ豫メ作用シタ鹽ノ濃度ハ考慮スルヲ要ス。前ノ場合ハ初メ水中ニテ増荷スルノデ、此ノ時彈性大ナルため延長ハ大ナラズ、其ノ後酸ガ作用シテ彈性ガ減退スレバ夫ハ現象トナリ、實際延長ガ認めラレルノデアル。其ノ延長ノ大キサハ荷重ノ大キサノ影響ヲ受ケル事ハ云フ迄モナイ。

作用スル酸ノ濃度増ス時ハ全短縮力ハ或ル濃度ニテ最大トナル迄増大シ、次デ減ズルモノデアル事ハ荷重ノ大小ニ拘ハラズ、等張短縮度曲線ハ總テ拋物線トナル事ニヨリテ明カデア。全ク荷重ヲ用ヒザル場合ニハ等電點及ビ小濃度酸液中ニテハ筋ハ軟カクテ其ノ定形ヲ認め難ク、詳細ナル計測ハ困難デアルガ、至適濃度ノ近クニ於テハ比較的硬ク、其ノ形モ大體定マツテ、或ル濃度ニテ短縮最大トナリ次デ再ビ延ビル事ガ目測サレル。

此ノ場合彈性ハ如何様ニナルカ。第9圖表ニ於テ等張短縮度曲線ノ最大ナルPHハ荷重大ナルニ從ヒ等電點ノ方ニ偏シテキル事等ヨリ、作用スル酸ノ濃度増スト共ニ彈性ハ益々減退スルモノト考ヘル。

換言シテ説明スレバ、第8圖表ニテVI又ハVIIニ對スルVIIIノ關係ヲ見ルト、小荷重ニテハVIIIノ場合ハ他ノ場合ヨリモ短縮シテキルニ拘ハラズ大荷重ニテハ反對トナツテキル。之ハVIIIノ時ハ全短縮力ハ大キイノデアルガ彈性ハ小サイタメデアラウ。VIIIトVIIIトヲ比較スレバVIIIハVIIIヨリモ傾斜急デアツテ、VIIIノ時ハ更ニ彈性小ナリト見ラレルVIIIトVIIトヲ比較スレバ小荷重ノ時ノ短縮度、從ツテ筋ノ長サ殆ンド全ク等シクシテ曲線ノ傾斜ハ前者ニ於テ著シク急デアツテ、前者ニ於テハ彈性著シク小ナリト見ルベキデア。ル。

前述ノ如ク、小濃度酸ニヨリテハ等電點ニ於ケルヨリモ彈性小トナリ、今又大濃度側ニテハ濃度増スト共ニ彈性小トナルト見ラレルノデ、一般ニ作用スル酸ノ濃度増スト共ニ彈性ハ減退スルモノト考ヘル。

而シテIIIヨリモV、VヨリモVIハ其ノ或ル部分(同ジ荷重増加ノ範圍)ニテ比較的緩ク傾斜シテキル。此ノ傾斜ノ比較的緩イ事ハ比較的延ビ難イ事ヲ示スモノデ、一見前説ト齟齬スル様デアルガ、之ハ彈性ガ比較的大ナル事即チ歪ガ比較的小サイ事ヲ示スモノデハナク、短縮ノ抑制サレル事ガ比較的ニ小サイタメデアルト考ヘラレル。

若シ全短縮力ト最小荷重ノ時ノ短縮度トノ比ガ常ニ一定デ、兩者ガ直線ノ關係ニアルモノデアラナラバ曲線ノ傾斜ノ大小ハ唯歪ノ大小ノミニ關スル事ニナルガ、然ラザル場合ニハ緩急ハ歪ノ大小ノミヲ現ハストハ限ラス。

全短縮力ト最小荷重ノ時ノ短縮度トハ直線關係ニアルノデハナイ、即チ $\frac{\text{短縮度}}{\text{全短縮力}}$ ノ値ハ常ニ一定デハナク、全短縮力ガ大トナルニ從ヒ小サクナル、即チ全短縮力ガ増シテモ短縮度

ハ割合ニ少シ、カ増サヌモノト考ヘル、然ル時ハ逆ニ、荷重ニヨリテ短縮ヲ抑制スルタメニハ短縮度が大キイ場合程比較的ニ割合ノ大キナ荷重ヲ要スル譯デアツテ、同荷重増加ニヨリテハ短縮ノ抑制サレル度合ハ比較的ニ少ク、曲線ノ傾斜ハ比較的ニ緩クナル筈デアル。此ノ事情ガ重大ナレバ、弾性小ナル方デモ曲線ノ傾斜ハ却ツテ緩クナル筈デアツテ、上記ノ場合ハ之ニ該當スルモノデアラウ。第2節ノ説明5ニ於テハ筋ノ太サニ關シテ此ノ種ノ齟齬ヲ來スト考ヘタガ、ムシロ此所ニ述ベタル事情ノ方ガ主要ナモノデアラウ。

概括スルト、酸ノ濃度増ス時全短縮力ハ最小荷重ノ時ノ短縮度ガ最大ナル濃度ニテ最大ナル迄増加シ、次デ減ズル。然シ $\frac{\text{短縮度}}{\text{全短縮力}}$ ノ値ハ常ニ一定デハナク全短縮力大ナルト共ニ小サクナル。弾性ノ濃度増スト共ニ減ジ、此ノ變化ニハ極小ハナイ。

前節ニ於テ弾性率ハ酸又ハ「アルカリ」ノ作用ニヨリテ眞ニ減ズルヤ否ヤ尙充分明カニハシ得ナカツタノデアルガ、此所デ之ヲ確實ニシ得タ譯デアル。前節ニ於テハ夫々ノ條件ニテ最小荷重ノ時ノ長サヲ基準トシタル延長ニ就テノ外力ヲ以テ弾性率トシ、此所デハ總テ等電點ニテ最小荷重ノ時ノ長サヲ基準トシタル延長ニ就テノ外力ヲ以テ弾性率トシテイルガ、其ノ基準ノ採り方ハ量的ニハ重要ナ事デアルガ、質的ニハ影響ナキモノデアル事ハ多クノ説明ヲ加ヘル必要ハナカラウ。

斯様ニ酸ノ濃度増スト共ニ筋ノ弾性ガ減退スルモノトセバ、實驗的張力ノ最大ト最小荷重ノ時ノ等張短縮ノ最大ト一致セザルハ當然デアル。最小荷重ノ時ノ短縮度最大ナルPHニ於テ全短縮力ハ最大デアルガ、此ノ時弾性ガ著シク減退シテキルタメニ、荷重ヲカケレバ著シイ歪ガ起リ、タメニ實驗的張力ハ此ノPHニテハ最大デアリ得ナイ。後者ハ却ツテ夫ヨリモ等電點側ノ或ルPHニ於テ最大ナルモノデアル。

若シ如何ナルPHニテモ弾性不變デ、常ニ等電點ニ於ケルト等シイナラバ、各PHニ於テ、實際檢セラレタル實驗的張力ヨリモモット大キナ張力ガ表ハレテ來ル筈デアリ、又其ノ最大ナルPHハ最小荷重ノ時ノ短縮度最大ナルPHニ一致シ、張力短縮度曲線ハモット簡單ナモノトナル筈デアルガ、事實ハ之ニ反スル。

以上酸ノ場計ニ就テ説明シタガ、「アルカリ」ノ場合モ同理論ナルベキ事ハ前述ノ通りデアル。唯第12圖表ニ見ル如ク酸ノ場合ト「アルカリ」ノ場合ト短縮度ガ等シクテモ實驗的張力ハ必ずシモ等シクナイ事ニ就テハ、蛋白ト酸ト、蛋白ト「アルカリ」トノ結合關係ノ差異及ビ酸ト「アルカリ」トノ二次作用ノ差異ニヨル筋ノ弾性ノ差異等ヲ考慮スベキデアル。

第1節ニ於テ一度短縮シタ筋ニ荷重ヲカケテ延長セシメタル後、其ノ荷重ヲ除キテ再び短縮サセル時、前ノ短縮状態ヘノ復舊ハ大濃度ノ酸又ハ「アルカリ」液中ニテハ殆ンド完全デアルガ、等電點及ビ其ノ近クニ於テハ完全デナイ事及ビ其ノ完全デナイ場合ノ残留變形ハヤ、大濃度ノ酸(又ハ「アルカリ」)ノ作用ヲ經過サセル事ニヨリテ除キ得ル事ヲ述ベタ。此ノ事ニ就テハ已ニ第1編第1章第4節第1項ノ(3)ニ於テ言及シ、之ハ酸又ハ「アルカリ」ニヨリテ分子凝集力ガ減ゼラレ、分子ノ相互關係ガ自由トナルニヨルト説明シタ。分子凝集力ガ減ズレバ其ノ物體ノ延長ニ對スル弾性モ減退スル筈デアル。第1編ニテハ夫ハ明カニシ得ナカツタガ本編ハ之ヲ補フモノデアル。

c. 全短縮力ノ大キサ

改メテ實驗的張力ト全短縮力トノ大小ニ就テ考ヘテ見ル。

aノ(3)ニテ述ベタル如ク、全短縮力ニ相當スル荷重ヲカケタトスル時夫ガ全部短縮ノ抑

制ノミノタメニ用ヒラレルモノナラバ短縮ハ完全ニ抑制サレテ筋ハ丁度初長トナル筈デア
ルガ、實際ハ荷重ノ或ル部分ハ必ず筋ヲ歪マシメルタメニモ配分サレルカラ殘リノ部分ニテ短
縮ノ抑制ガ起ルノミデ、夫ハ完全デハナク、從ツテ夫ノミニテハ初長迄ハ延ビ得ズ、配分サ
レタル荷重ニヨリテ同時ニ歪トシテノ延長モ起ルガ、其ノ全體ノ結果トシテ筋ガ如何ナル長
サトナルカ明カデナイ。

然シ此ノ時

(1) 若シ單位荷重ニ就テノ歪ガ單位荷重ニ就テノ抑制ト等シトシタナラバ、筋ノ内部
状態ヲ考慮セズニ外見上ノ長サノミヲ見レバ、全體ノ結果ハ全荷重ガ短縮ノ抑制ノミニ用ヒ
ラレタト同様トナリ、筋ハ丁度初長迄延ビル筈デ、全短縮力ハ丁度實驗的張力トシテ現ハレ
ル。

(2) 若シ單位荷重ニ就テノ歪ガ單位荷重ニ就テノ抑制ヨリモ小サイトシタナラバ、配分
サレタル荷重ニヨリテ歪ガ起ツテモ、全體トシテ尙未ダ初長ニハ達シ得ナイ筈デ、全短縮力
ハ實驗的張力ヨリモ小サイ事ニナル。

(3) 若シ單位荷重ニヨル歪ガ單位荷重ニヨル抑制ヨリモ大キイトシタナラバ、全體ノ結
果トシテ初長ヨリモ長クナル筈デ、全短縮力ハ實驗的張力ヨリモ大キイ事ニナル。

事實ハ果シテ上記三者ノ内ノイツレニ該當スルカ。

先ヅ等電點ニ近キ、例ヘバ PH 3.5 ノ場合ニ就テ考ヘルニ、之ガイツレニ該當スルカ分カ
ラス。即チ此ノ時單位荷重ニヨル抑制ト歪トノ大小ハ不明デ、全短縮力ハ實驗的張力ヨリモ
大ナリヤ等シキヤ又ハ小ナリヤ分カラス。

然シ酸ノ濃度大ナル場合ニハ如何。bニ述ベタル所ニヨレバ液ノ PH 小サクナルト共ニ彈
性ハ小サクナル、即チ單位荷重ニヨル歪ハ大キクナル。之ニ反シテ單位荷重ニヨル抑制ハ
(至適 PH ヲ限度トシテ) 小サクナル。從ツテ PH 小ナルト共ニ (1)ニ該當スル可能性少ク
(3)ニ該當スルト考フベキ妥當性が大キクナル。

斯様ナ譯デ、等電點ノ近クニテハ假ニ全短縮力ハ實驗的張力ヨリモ小サイカ又ハ等シイカ
デアルニシテモ、實驗的張力ガ最大トナル所ノ PH 2.0 ノ近ク迄モ行ケバ其所デハ全短縮力
ハ實驗的張力ヨリモ大キイ、即チ第 9 圖表ニ於テ見レバ約 16g ヨリモ大キイデアラウ。

而シテ最小荷重ノ時最大短縮度ガ現ハレル所ノ PH 約 1.5 ニ於テハ全短縮力モ最大デア
ルベキ筈デアツテ、此ノ最大全短縮力ハ此ノ PH ニ於ケル實驗的張力、即チ第 9 圖表ニテハ約
12g 餘、ヨリモ大ナル事ハ勿論、尙 PH 2.0 ニ於ケル全短縮力ヨリモ大キク、從ツテ PH 2.0
ニ於ケル實驗的張力、約 16g、ヨリモ必ず遙カニ大キイデアラウト考ヘル。

d. 最大實驗的張力及ビ最大全短縮力ノ値

第 9 圖表ニ於ケル最大實驗的張力ハ 16g デアルガ、斷面 1 cm² ノ筋ノ現ハス力ニ換言スレ
バ幾何トナルカ。死筋ノ太サハ直接測定スル事ハ不可能デアルガ、間接ニ次ノ様ニシテ測定
シ得ル。第 9 圖表實驗ニ用ヒタル筋ノ變性後最大(有効)長ハ前述ノ如ク 2.1cm デアツテ、實
驗(上記ノ外尙第 2 及ビ第 3 項ノ實驗ニモ用ヒタリ)後ニ、第 2 編ニ述ベタ様ニシテ等電點ニ

於ケル重量ヲ秤リタル = 7.2mg デアツタ。此ノ筋ノ比重ハ 1 ヨリモ大キイ事ハ水中ニ置ケバ直チニ沈下スル事ニヨリテ容易ニ知ラレルガ、丁度 1 = 等シト看做セバ、體積ハ 0.0072cc トナリ、從ツテ筋ノ斷面ハ平均 0.0034cm² トナル。此ノ算出方法ハ充分正確トハ云ヒ難イノデ、モツト大キク見積ツテ斷面 0.005cm² ト看做セバ、實驗中_{最小荷重ニテ等電點水中ニ懸垂サレテキル時}ノ目測上ノ太サカラ推測シテモ、眞實ヨリモ過大デハアツテモ小サクハナイト考ヘル。然ル時ハ斷面 0.005cm² ニテ 16g ノ力ガ現ハレ、1cm² = 就テハ 3.2kg ノ力ガ現ハレル事ニナル。他ノ標本ニ於テモ酸變性筋デハホゞ同様ナ結果ガ得ラレル。

最大全短縮力ハ前述ノ如ク夫ヨリモ更ニ大ナリト考ヘラレル。

此ノ値ノ力ハ今日吾人が取扱ツテキル物理學上ノカトシテハ決シテ小サイ部類ニ屬スルモノデハナイ。殊ニ生理學上ノ力、例ヘバ蛙横紋筋ノ 1cm² = 就テノ絶對力 2.8 乃至 3 kg ナルニ想ヲ到セバ輕視スベカラザルモノデアル。水蛭生筋ガ現ハス絶對力トノ比較等、生理學上ノ眞意義ニ就テハ別編ニテ論ズル。死筋ガ單ニ荷重零又ハ甚ダ小ナル時ノミ著明ナ長サ變化ヲ現ハシテモ、若シ其ノ力ガ相當大キクナカツタナラバ、其ノ生理學上ノ意義ハ甚ダ小サイモノデアルガ、上記ノ如キ結果ヲ得ル事ハ此ノ研究ノ値ヲ大ナラシメルモノデアル。

「アルカリ變性筋ニテハ眞殘餘短縮ガ甚ダ大ナルタメ、原最大長基準ノ張力ハ甚ダ大キク、變性後最大長基準ノ張力ハ甚ダ小サクナル。變性程度大ナルモノニ於ケル結果ハ生理學上ノ意義ハ比較的少イ譯デアル。

概 括

- (A) 酸又ハ「アルカリ」ノ作用ニヨリ變性スル時筋ノ彈性ハ減退(不可逆)スル
- (B) 鹽類ノ作用ニヨリテ彈性ハ可逆的ニ減退スル
- (C) 酸又ハ「アルカリ」ノ可逆的作用
 - (a) 實驗的張力ハ狹義ノ短縮力ト狹義ノ彈力トノ和デアル。
 - (b) 作用液ノ濃度増ス時全短縮力ハ最小荷重ノ時ノ短縮度ガ最大ナル濃度ニテ最大トナル迄増加シ、次デ減ズル。然シ $\frac{\text{短縮度}}{\text{全短縮力}}$ ノ値ハ常ニ一定デハナク全短縮力大トナル程小サクナル。作用液ノ濃度増スト共ニ彈性率ハ減退スル。
 - (c) 大濃度ノ酸又ハ「アルカリ」ノ作用スル時生ズル全短縮力ハ其ノ時ノ實驗的張力ヨリモ大キイ。
 - (d) 最大實驗的張力及ビ最大全短縮力ノ値ハ 1cm² = 就キ約 3.2kg 或ハ夫以上デアル。

第 2 項 諸種酸及ビ諸種アルカリ」ノ作用

第 1 編第 2 章ニ於テ、諸種酸ノ作用ニヨル長サ變化ヲ檢スルニ、同 PH = 於テハ 1 價酸ハ總テ鹽酸ト同大ナル短縮ヲ起サセルガ、2 價酸ノ場合ハ明カニ夫ト異ナル事ヲ述ベタガ、張力ハ如何ナル關係ニアルカヲ檢スルノガ本項ノ目的デアル。

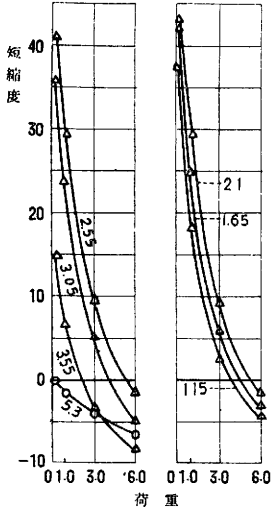
本項ニ於テハ短縮度ヲ現ハスニ總テ變性後最大長ヲ基準トシテ長サ及ビ張力共其ノ變化ノ可逆的部分ノミヲ取扱フ建前トスル。其ノ他ノ一般方法ハ總テ從前ニ準ズル。

實驗成績及ビ説明

第 13 圖表ハ前項第 3 圖表其ノ他ノ實驗ヲ行ヒタル後、其ノ筋ニ硫酸ヲ作用サセテ檢シタ

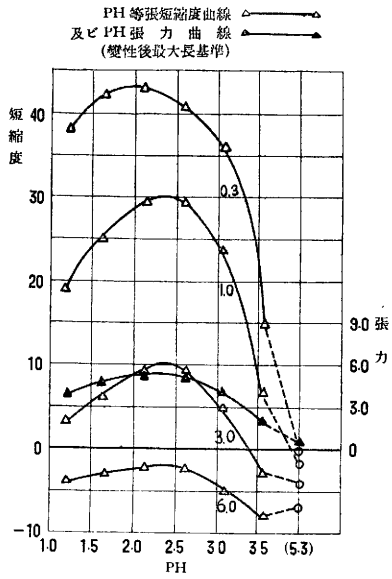
第13圖表 荷重短縮度曲線

(H_2SO_4 ノ作用)
(變性後最大長基準)
曲線ニ附シタル數ハ液ノPH値ヲ指ス



第14圖表

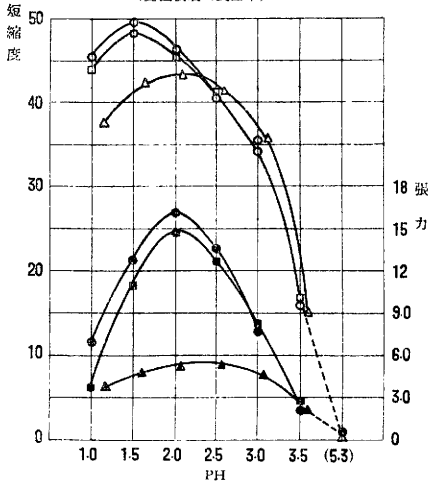
第13圖表ヲ組ミ換ヘタルモノ曲線ニ
附シタル數ハ荷重ノ値(g)ヲ指ス



第15圖表

PH等張(0.3g)短縮度曲線
(○—○ HCl, □—□ HNO_3 , △—△ H_2SO_4)
及ビPH張力曲線
(●—● HCl, ■—■ HNO_3 , ▲—▲ H_2SO_4)

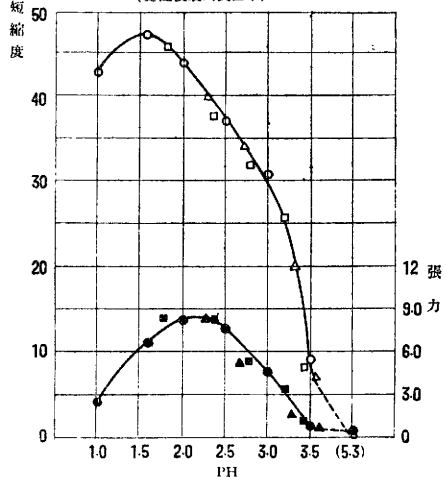
(變性後最大長基準)



第16圖表

PH等張(0.3g)短縮度曲線
(○—○ HCl, □—□ Milchsäure, △—△ Essigsäure)
及ビPH張力曲線
(●—● HCl, ■—■ Milchsäure, ▲—▲ Essigsäure)

(變性後最大長基準)



ル, 諸PHニ於ケル荷重短縮度曲線デア。但シ曲線ノ混雜ヲ防グタメ2部ニ分ケテアル。
液ノPHハ筋外ノ夫ヲ指ス。

第14圖表ハ第13圖表ヲ組ミ換ヘタル, 諸荷重ニ於ケルPH等張短縮度曲線デアツテ, 荷
PH張力曲線ヲモ併シテアル。

此ノ第14圖表中ノ曲線ト第1編第14, 第16及ビ第17圖表中硫酸ノ相當荷重ノ時ノ曲線トヲ比較スルニ, 兩者ハ全く別個ノ標本ニ於テ行ハレ, 且ツ後者ハ等張短縮實驗ヲ實施シテ原最大長ヲ基準トシタモノデアリ, 前者ハ實施シタモノハ廣ハナク, 組ミ換ヘテ作圖シ, 變性後最大長ヲ基準トシテアルノデ, 其ノ間相當ナル差異ヲ生ズベキモノナル事ヲ考慮ニ置ケバ, 成績ハ甚ダヨク一致シテキルト云ヒ得ル。

第15圖表ハ第9圖表ヨリ鹽酸ノ, 第14圖表ヨリ硫酸ノヲ採リ, 尙表示ハ省略シタルモ同一筋ニテ行ハレタル硝酸ノモノヲ加ヘテ作圖シタル PH 等張(荷重0.3g)短縮度曲線及ビ PH 張力曲線表デアル。

等張短縮度曲線ハ鹽酸ノモノト硝酸ノモノトハヨク一致スルガ, 硫酸ノモノハ夫等ト異ナル事ハ第1編ニテモ述ベタ通りデアル。張力曲線モ鹽酸及ビ硝酸ノモノハホゞ一致スルガ硫酸ノモノハ著シク異ナル事ニ注意ヲ要スル。

第16圖表ハ上記トハ全く別ノ標本ニテ檢シタル鹽酸, 醋酸及ビ乳酸ノ PH 等張(荷重0.3g)短縮度曲線及ビ PH 張力曲線表デアル。此ノ標本ハ或ル特別ノ事情ニヨリ, 故意ニ他ノ多クノ場合ノモノヨリモ細ク調製シ, 而カモ最小荷重トシテハ同ジク 0.3g ヲ用ヒタノデ, 鹽酸ニヨル短縮モ他ノ多クノ場合例ヘバ第15圖表ノモノヨリモ小サク, 又鹽酸ニヨリテ生ズル張力モ第15圖表ノモノヨリモ小サイ事ハ唯實驗方法ニ關スルモノナル事ニ留意シ, 3 酸ノ場合共短縮度及ビ張力ガヨク一致スル事ニ注意スベキデアル。

第11圖表ニハ硫酸ノ張力短縮度曲線ヲ示シテ置イタ。硝酸, 醋酸及ビ乳酸等ノモノハ鹽酸ノ夫ニ一致スル事ハ第15及ビ第16表ヲ見レバ明カナルニ拘ハラズ, 硫酸ノ夫ハ著シク異ナル事ハ注意ヲ要スルモノデアル。

考 按

上記ニヨレバ鹽酸, 硝酸, 乳酸及ビ醋酸, 即チ一般ニ 1 價酸ハ強酸モ弱酸モ同 PH ニ於テハ同大ノ短縮及ビ實驗ノ張力ヲ現ハスガ, 硫酸即チ 2 價酸ニヨルモノハ短縮モ實驗ノ張力モ共ニ明カニ小サク, 又 1 價酸ノ張力短縮度曲線ハ皆殆ンド全ク一致スルガ, 2 價酸ノ夫ハ獨リ全く異ナツテキル。此ノ理由ハ如何カ。第1編ニ於テ水蛭死筋ノ短縮ハ筋内ニ假定シタル膨化單位ノ膨化度ノ増加ニヨリテ起ルモノデ, 酸又ハ「アルカリ」ガ作用スル時, 其ノ膨化度ヲ増加サセル力即チ膨化壓ハ Donnan 平衡ニ關スル所ノ優滲壓デアル事, 及ビ Donnan 平衡ニ關スルモノデアルナラバ 2 價酸ノ作用スル時ハ優滲壓, 從ツテ膨化壓, 從ツテ短縮ハ 1 價酸ガ作用スル時ヨリモ理論的ニ小サクナル筈デアルガ, 事實モ夫ニ一致スル事, 尙 Donnan 平衡ガ成立スル場合ニハ筋(膨化單位)内外ノ PH ハ等シカラズ, 又 1 價酸ノ場合ト 2 價酸ノ場合トハ夫々異ナル關係アル事ヲ述ベタ。

夫ヲ簡單ニ纏メレバ次ノ通りデアル。筋内外ニ Donnan 平衡ガ成立スルトセバ, 鹽酸ノ場合, 筋内ノ H^+ 及ビ Cl' ノ濃度ヲ夫々 x トシ, 筋内ノ H^+ ノ濃度ヲ y トシ, 蛋白鹽化物ヨリ解離(全解離スルモノト看做ス)スル Cl' ノ濃度ヲ z トスル時ハ筋内ノ Cl' ノ總濃度ハ $y+z$ トナリ, 等電點及ビ酸ノ濃度著シク大ナル場合ヲ除キ, 一般ニハ

$$x^2 = y(y+z) \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{即チ } x = y \sqrt{1 + \frac{z}{y}} \dots \dots \dots (2)$$

ノ關係ガ生ジ、從ツテ

$$2x < 2y + z \dots \dots \dots (3)$$

ノ關係ガ生ズル。

即チ筋内外ノ水素イオン濃度ハ等シカラズ、筋外ノ濃度 x ハ筋内ノ濃度 y ヨリモ大キク、且ツ筋内ニアル膜通過性イオンノ總濃度 $2y + z$ ハ筋外ニアル「イオン」ノ總濃度 $2x$ ヨリモ大キイ。

此ノ濃度ノ差 $2y + z - 2x \dots \dots \dots (4)$

ノタメニ筋内ハ優滲壓トナル。而シテ此ノ濃度ノ差即チ(4)式ノ値ハ x (又ハ y) ノ値ノ變化ニ伴ヒテ特異ノ變化ヲナスモノデ、結局筋ノ長サモ之ニ伴ヒテ特異ノ經過ヲ以テ變化スルモノト考ヘタ。

2價酸例ヘバ硫酸ノ場合ニハ x ヲ筋外ノ H^+ ノ濃度トシ、 y ヲ筋内ノ H^+ ノ濃度トセバ、筋外ノ $SO_4^{//}$ ノ濃度ハ $\frac{x}{2}$ トナリ、筋内ノ遊離酸ヨリ解離スル $SO_4^{//}$ ノ濃度ハ $\frac{y}{2}$ トナル。此ノ時筋蛋白ト硫酸トノ結合物ヨリ解離スル $SO_4^{//}$ ノ濃度ヲ $\frac{z}{2}$ トスレバ筋内ノ $SO_4^{//}$ ノ總濃度ハ $\frac{y}{2} + \frac{z}{2}$ トナリ、

$$x^2 \left(\frac{x}{2} \right) = y^2 \left(\frac{y}{2} + \frac{z}{2} \right) \dots \dots \dots (5)$$

$$\text{即チ } x = y \sqrt[3]{1 + \frac{z}{y}} \dots \dots \dots (6)$$

ノ關係ガ生ジ、從ツテ

$$x + \frac{x}{2} < y + \frac{y}{2} + \frac{z}{2} \dots \dots \dots (7)$$

ノ關係ガ生ズル。

即チ此時モ筋内外ノ水素イオン濃度ハ等シカラズ、筋外ノ濃度ハ筋内ノ濃度ヨリモ大キク、且ツ筋内ニアル膜通過性イオンノ總濃度ハ筋外ノ「イオン」ノ總濃度ヨリモ大キイ。

$$\text{此ノ濃度ノ差 } y + \frac{y}{2} + \frac{z}{2} - \left(x + \frac{x}{2} \right)$$

$$\text{又ハ } \frac{1}{2}(3y + z - 3x) \dots \dots \dots (8)$$

ノタメニ筋内ハ優滲壓トナリ、此ノ濃度ノ差モ x (又ハ y) ノ値ノ變化ニ伴ヒテ特異ノ變化ヲスルノデ、結局筋ノ長サモ之ニ伴ヒテ特異ノ經過ヲ以テ變化スル。

然シ鹽酸ノ場合ト硫酸ノ場合トデハ定量的ニハ一致セズ。

Loeb ノ滴定實驗ノ結果ニヨレバ(第1編第12表参照)、酸ノ強弱及ビ價ニ拘ハラズ、筋内水素イオン濃度 y ノ値等シキ時ハ z ノ値モ等シクナルガ故ニ(2)式ト(6)式トヲ比較シテ、 y ノ値等シキ時 x ノ値ハ(2)式ニ於ケルモノハ(6)式ニ於ケルヨリモ大キク、反對ニ x ノ値等シタ時 y ノ値ハ(6)式ニ於ケルモノハ(2)式ニ於ケルヨリモ大キイ事、即チ筋内水素イオン濃度等シキ時筋外水素イオン濃度ハ鹽酸ノ場合ハ硫酸ノ場合ヨリモ大キク、反對ニ筋外水素イオン濃度等シキ時(著者ノ實驗ハ之ニ該當シテキル)ニハ筋内水素イオン濃度ハ硫酸ノ場合ハ鹽酸ノ場合ヨリモ大キイト考ヘラレル。

又(2)式ニヨリ x ニ代入スレバ(4)式ハ

$$2y + z - 2y \sqrt[3]{1 + \frac{z}{y}} \dots \dots \dots (9)$$

トナリ、(6)式ニヨリ x ニ代入スレバ(8)式ハ

$$\frac{1}{2} \left(3y + z - 3y \sqrt[3]{1 + \frac{z}{y}} \right) \dots \dots \dots (10)$$

トナリ、 $z=0$ 又ハ $y=\infty$ ノ時ニハ(9)式ノ値モ(10)式ノ値モ共ニ零トナリテ等シイガ、其ノ他ノ場合

ニハヤノ値等シキ時(9)式ノ値ハ(10)式ノ値ヨリモ必ズ大キイ。即チ筋内水素イオン濃度等シキ時滲壓差ハ鹽酸ノ場合ハ硫酸ノ場合ヨリモ必ズ大キイ筈デアル。

茲ニ於テ15圖表ノPH等張短縮度曲線ヲ見ルニ、鹽酸ノ曲線ト硫酸ノ曲線トハ筋外ノ水素イオン濃度等シキ時、等電點ノ近クニ於テハ殆ソド一致シ、等電點ヨリ隔ル時PH2.5以下ニ於テ硫酸ノ曲線ハ鹽酸ノ曲線ノ下位ニアル。上記ノ如ク筋外水素イオン濃度等シキ時筋内ハ硫酸ノ場合ハ鹽酸ノ場合ヨリモ水素イオン濃度大、即チPH小ナル筈デアルカラ、第15圖ハ硫酸ノ場合ハ筋内水素イオン濃度大ナルニ拘ハラズ、等電點ノ近クニ於テハ漸ク等大ノ短縮度ガアラハレ、等電點ヨリ隔リタル所デハ明カニ短縮度小ナル事ヲ示シ、一般ニ筋内水素イオン濃度等シキ時ハ硫酸ニヨル短縮ハ鹽酸ニヨルモノヨリモ必ズ小ナルヲ示ス事ニナル。

此ノ短縮度ノ差ハ即チ上記ノ如キ滲壓差ノ差異ニヨルト考ヘラレル。以上ハ第1編ニテ述ベタ通りデアル。

斯様ナ譯デ短縮力即チ張力モ硫酸ノ場合ハ他ノ1價酸ノ場合ヨリモ小サイ事ハ理論ニ一致スル。

然シ單ニ2價酸ノ場合ハ優滲壓、即チ膨化壓、即チ短縮力、即チ張力ガ小ナルタメニ夫ニ從ツテ短縮モ小サイトイフノミデアルナラバ張力短縮度曲線ダケハ1價酸ノモノト一致スベキ筈デアルニ拘ハラズ事實ハ之ニ反スル事ハ特ニ究明ヲ要スル所デアル。

第8圖表ト第13圖表トヲ、又ハ第9圖表ト第14圖表トヲ比較スルト、同大ノ荷重増加ニヨル同PHニ於ケル短縮度ノ抑壓即チ延長ハ鹽酸ノ場合ヨリモ硫酸ノ場合ハ著シイ。(其ノタメニ實驗的張力ハ特ニ小サク現ハレル)。此ノ關係ハ既ニ第1編第2章第14、第16及ビ第17圖表ニ於テ認メタモノデアツテ、其ノ際(341頁)其ノ理由ニ就テ略説シタガ夫ハ不完全デアツタカラ、此所デ詳説シ、少シク補正スル。

荷重ハ前項ニ述ベタル如ク筋ノ長サニ對シテ兩様ノ意義ヲ持ツテキル。即チ短縮ヲ抑制シテ内部状態ヲ復舊サセルカト歪マシメルカトニ配分サレ、抑制スルカハ筋膨化單位内外ノ滲壓差乃至膨化壓ノ函數タル狹義ノ短縮カト釣り合ヒ、歪マシメルカハ狹義ノ弾カト釣り合フモノデアル。從ツテ荷重増加ニヨル延長ガ比較的大キイ事ハ全短縮力ガ小ナルカ、彈性ガ小ナルカ、其ノ兩者共小ナルカヲ示スモノデアル。

前項(b)ニテ述ベタル如ク全短縮力ト短縮度トノ比ハ常ニ一定デハナク、即チ直線關係ヲ以テ變化スルモノデハナイトスレバ全短縮力ニ相當ノ差異ガアツテモ小荷重ニテハ短縮度ノ差異ハ比較的ニ不著明ナル場合ガアリ得、從ツテ逆ニ小荷重ニテハ短縮度ノ差異少ク共荷重増加ニヨル抑制ニハ比較的著明ナル差異ヲ生ジ得ル。硫酸ノ場合ノ延長ノ著明ナル原因ノ一ツハ先ヅ此所ニアルト考ヘラレル。

鹽酸ト硫酸トノ最大短縮度(PHニ拘泥セズ)ノ差ハ第15圖表ニテ見ルニ約10%デアルガ、上記ノ事情アル事ヨリ考ヘルト最大全短縮力ノ差異ハモツト大キイモノト思ハレル。

第1編ニ於テハ唯上記ノ如キ説明ヲ加ヘタノミニテ片付ケテ置イタガ、夫デハ不充分デアル。夫ハ唯一ノ理由デハナク、モ一ツ重要ナル理由ガアル。

鹽酸デモ硫酸デモ筋外水素イオン濃度ガ等シキ時ハ筋外ノ「イオン」及ビ分子ノ總規定濃度

モ亦ホゞ等シイ。解離度ニ關係シテ正確ニハ等シクナイガ、其ノ差ハ特別ノ意義ヲ認メ得ナイ程度ノモノデアアル。

然シ前述ノ如ク筋外水素イオン濃度等シキ時筋内水素イオン濃度ハ硫酸ノ場合ハ他ノ場合ヨリモ大キイ。

又筋内ノ膜通過性「アニオン」ニ就テハ鹽酸ノ場合ハ $y+z$ モル」又ハ同規定濃度デアリ、硫酸ノ場合ハ $\frac{y}{2} + \frac{z}{2}$ モル」又ハ $y+z$ 規定濃度デアルガ、筋外水素イオン濃度等シキ時ノ y ノ値ハ後者ニ於テ大キク、從ツテ又 Loeb ノ滴定實驗ノ結果ヨリ考ヘテ z ノ値モ後者ニ於テ大キイガ故ニ筋内ノ SO_4^{2-} ノ規定濃度 $y+z$ ハ Cl^- ノ規定濃度 $y+z$ ヨリモ大キイ。即チ膜通過性「アニオン」ノ總規定濃度モ硫酸ノ場合ハ大キイ筈デアアル。

此ノ筋内イオン」ノ濃度ノ差ハ筋ノ彈性ニ差異ヲ生ゼシメル筈デアアル。 Cl^- デモ SO_4^{2-} デモ約 0.1 規定以下ノ同規定濃度ニテハ其ノ二次作用ノ効果即チ蛋白ノ凝集力ニ對スル影響ハホゞ等シイ事ハ第 1 編及ビ第 3 編ニテ認メタ所デ、「アニオン」ノ種類ノ差異ノ意義ハ甚ダ小サイガ、其ノ濃度ノ差異及ビ水素イオン」ノ濃度ノ差異ハ重要デアアル。

第 1 編ニ於テ述ベタル如ク酸、「アルカリ」及ビ中性鹽又ハ其ノ「イオン」ハ甚ダ大濃度 (1.0 規定濃度以上) ニ於ケル硫酸イオン」、蓚酸イオン」等ノ例外ヲ除ケバ、一般ニ其ノ二次作用トシテ、蛋白ノ凝集力ヲ減退サセ、其ノ強サハ濃度ト共ニ増スモノデアアル。第 2 編第 1 章第 3 節ニ述ベタル所ニヨレバ水素イオン」(及ビ水酸イオン)」ハ其ノ二次的作用ハ他ノ「イオン」ヨリモ比較的ニ甚ダ大キイ。本編本節第 1 項ニテ述ベタル所ニヨレバ酸ノ濃度増スト共ニ筋ノ彈性ハ減退スル。夫ハ勿論筋内ノ酸又ハ其ノ「イオン」ノ二次作用ノ影響デアツテ、硫酸ノ場合ニモ此ノ影響ハアル筈デアアル。

上記ノ如ク筋外ノ PH 等シキ時、筋内ノ水素イオン濃度ノミナラズ「イオン」ノ總規定濃度ガ硫酸ノ場合ハ鹽酸ノ場合ヨリモ大ナリトスレバ、前者ニ於テハ彈性ノ減退ハ殊ニ大キク、從ツテ荷重増加ニヨル歪ハ殊ニ大キク、從ツテ實驗ノ張力ハ著シク小サク現ハレ、張力短縮度曲線ハ獨リ異ナツテ來ルノガ當然デアアル。

第 1 編 341 頁ノ後ヨリ 3 行以下ニ於テ「鹽酸等ノ場合ニ比シテ硫酸等ノ場合ノ延長ガ大キイ事ハ彈性ノ差異ニヨルトハ考ヘ難ク、隨ツテ鹽酸等ノ場合ニ比シテ硫酸等ノ場合ハ膨化壓ガ比較的小ナル事ニヨル云々」ト記述シタガ、夫ヲ「鹽酸等ノ場合ニ比シテ硫酸等ノ場合ノ延長ガ大キイ事ハ「アニオン」ノ種類ノ差異ニ關スル彈性ノ差異ニヨルトハ考ヘ難ク、Donnan 平衡ニ關シテ鹽酸等ノ場合ニ比シテ硫酸等ノ場合ハ膨化壓ガ比較的小ナル事、及ビ筋内イオン濃度ノ差異ニヨリ彈性ノ差異ヲ生ズル事ニヨル云々」ト訂正シ、又 376 頁前ヨリ 10 行以下ニ於テ「硫酸ノ作用ニヨリテ短縮シタ筋ガ荷重増加ノ際比較的延長シヤスイ事ハ云々」ト記述シタル所モホゞ同様ニ訂正スル。

第 15 圖表ニ於テ鹽酸ノ實驗的張力ノ最大ナルモノニ對スル硫酸ノ夫ノ比ハ約 16:5 デアルガ、上記ノ如キ事情アル事ヨリ考ヘルト全短縮力ノ比ハ夫程大キクハナイト思ハレル。

以上ノ如ク硫酸ノ場合ノ短縮度及ビ實驗的張力ノ小ナル事及ビ張力短縮度曲線モ異ナル事等總テ Donnan (及ビ Loeb) ノ理論ニヨリテ説明シ得ラレ、他ノ 1 價酸ノ場合ニハ短縮度、

實驗の張力及ビ張力短縮度曲線ハ皆一致スベキ事理論ノ要求スル所ニ一致スル。第15圖表ニ於テ硝酸ノ張力曲線ハ鹽酸ノモノヨリモヤ、下位ニアルガ、之ハ第1編ニ於テモ屢々遭遇シタル如ク硝酸イオン」ノ二次的作用ガヤ、強キタメデアリ、荷重0.3gノ時ノ等張短縮度曲線モ大濃度側ニ於テ硝酸ノモノハ鹽酸ノモノヨリモ下位ニアル事ハ、此ノ荷重ニテモ既ニ彈性ノ相違ガ現象トシテ顯ハレルタメデアルト考ヘラレル。

「アルカリ」ノ場合ニ就テハ詳論ハ省クガ、強弱ニ拘ハラズ1價ノモノ例ヘバKOH, NaOH及ビNH₄OHノ短縮度及ビ實驗の張力ハ同PHニ於テハ一致シ、從ツテ張力短縮度曲線モ一致スルガ、獨リ2價ノモノ例ヘバBa(OH)₂ノモノハ上記ノ諸事項皆異ナツテキル。殊ニ其ノ實驗の張力ガ著シク小サクナル事ハ、酸ノ場合ト同様ニDonnan平衡ニ關スル事情アル他ニ、尙第1編ニ於テモ屢々認メタル如クBa⁺⁺ノ二次的作用ハ特ニ著シイ事ニ關スルト考ヘラレル。

斯様ニ張力モ短縮モ共ニ酸又ハ「アルカリ」ノ價ノ影響ヲ受ケルノミデ、強弱ハ全ク無關係デアル事ノ如キハDonnanノ理論ヲ措イテ他ノ理論ヲ以テシテハ説明シ得ナイ事デアル。

茲ニ於テ水蛭死筋ノ長サ變化ノ原動力ハ結局滲透壓デアルト斷論スル。即チ酸又ハ「アルカリ」ガ作用スル時、平衡状態ニ於テ、筋内ニ假定シタル膨化單位内外ニDonnan平衡ニ關スル滲透壓ノ差異(單位内部優滲壓)ガ生ズル。此ノ優滲壓ニヨリテ單位ハ膨化スル。即チ膨化壓ハ優滲壓ノ函數デアル。單位ノ膨化ハ筋ノ短縮トナル。即チ膨化壓ハ全短縮力トナル。換言スレバ全短縮力ハ膨化壓ノ函數デアル。實驗の張力トイフモノハ全短縮力ト彈性トノ函數デアル。短縮度ハ荷重零又ハ甚ダ小ナル時全短縮力ノ函數デアル。

然シ夫等各函數ノ間ノ關係ハ甚ダ複雑デアツテ、適確ナル係數ヲ求メル事ハ困難デアル。其ノ關係ヲ複雑ナラシメル事情ノ一ツハ、未ダ詳ニシ得ナイ所ノ筋内部ノ構造ニアルガ、他ハ即チ蛋白ノ凝集力ニアル。蛋白ノ凝集力ハ膨化單位ニ於テハ其ノ膨化、即チ水攝取ノ限界ヲ定メルカトナツテキルノデアルガ、本編當面ノ問題タル彈性トハ實ニ凝集力ノ一面ヨリノ觀念ニ過ギナイノデアツテ、此ノ彈性ノ變化ヲ認メル以上ハ、凝集力ノ變化、從ツテ膨化ノ限界ヲ定メル力ノ變化ヲモ是認セネバナラス。然ル時ハ先ヅ膨化單位内ノ優滲壓ト膨化壓トノ關係ニ於テ既ニ此ノ事情ガ關與シテ來ルノデ、以下更ニ總テニ關與スルト考ヘネバナラス。

Loebガ、「コロゲウム囊内ニ入レタル」ゲラチン溶液ノ内ト外トノ滲壓差及ビ「ゲラチン顆粒ノ膨化ニツキテ檢シタ所ニヨレバ、等電點ヨリ兩側ニ僅カニPH變化スルノミニテ夫等ノ諸性質ノ變化ガ現ハレルニ反シテ、死筋ノ長サ變化ニ於テハ等電點ヨリ可ナリ著シク隔ルニ非ザレバ筋ノ短縮ガ現ハレナイ事、及ビLoebノ場合、滲壓差及ビ膨化ノ最大ハ酸性側ニ於テハ大體PH3、「アルカリ」性側ニテハ大體PH10ナルニ反シテ死筋ノ最大短縮ハ兩側ニ更ニ大キク隔リタル所ニアル事等ニ就テハ、其他ノ事情モ勿論關與シテキル筈デアアルガ、特ニ筋ノ場合ハ小ナリト雖モ荷重ナシニハ實驗出來ナイノデ、彈性ト膨化ノ限界ヲ定メルカトノ兩様ノ意味ノ凝集力ノ變化及ビ筋ノ構造ノ意義ハ重要ナモノデアルト考ヘル。

概 括

諸種酸又ハ「アルカリ」ノ作用ヲ檢スルニ其ノ強弱ニ拘ハラズ同價ノモノハ短縮度モ張力モ一致スルガ、異價ノモノハ異ナリ、2價ノ場合ハ1價ノ場合ヨリモ小サク、殊ニ張力ニ於テ其ノ差異ハ著シイ。之ハ筋膨化單位内外ニDonnan平衡ニ關シテ、膜通過性イオンノ濃度ノ差異ガ生ジ、夫ハ1價ノ場合ト2價ノ場合ト異ナルタメ、一方ニハ單位内ノ優滲壓ノ差、即チ膨化壓ノ差、即チ短縮力ノ差ヲ生ジ、他方ニハ彈性ノ差ヲ生ズルタメデアル。

第3項 中性鹽類ノ作用

前項ニ於テ酸又ハ「アルカリ」ノ作用ニヨル短縮ハDonnan平衡ノ成立ニ關スル事ヲ述ベタガ、中性鹽類モ等電點外ニ於テハDonnan平衡ニ關與スル事ハ第1編第3章ニ於テ長サ變化ニ對スル影響ニ關シテ述ベタ通りデ、張力ニ對シテ如何ニ影響スルカラ檢スルノガ本項ノ目的デアル。

一般方法ハ第1編第3章ニ於ケルモノニ準ジ、酸ト鹽トノ混合液ト平衡状態ニ達シタル筋ニ荷重ヲ増シテ檢スル。短縮度ヲ現ハスニハ變性後最大長ヲ基準トスル。

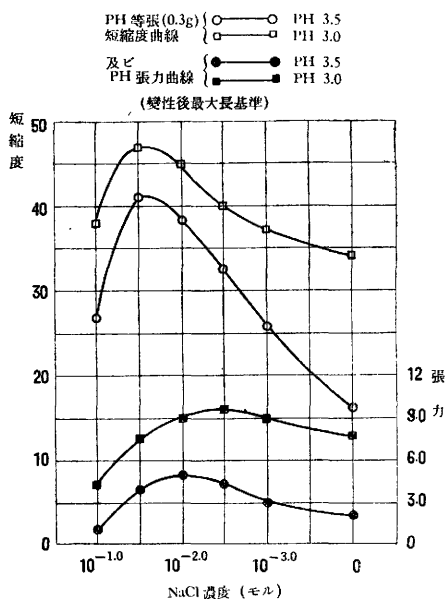
實驗成績及ビ説明

荷重短縮度曲線及ビ諸荷重ニ於ケルPH等張短縮度曲線ノ表示ハ總テ省略スル。

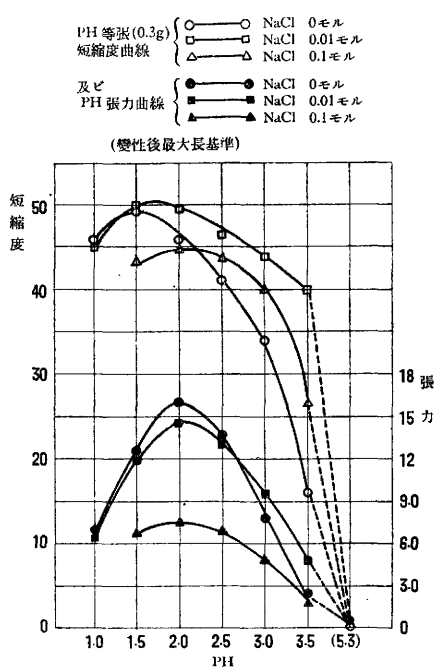
第17圖表ハ鹽酸溶液ノPH 3.5 及ビ 3.0 ニテ一定ニシ、食鹽ノ濃度ヲ順次増ス時ノ等張(荷重 0.3g)短縮度曲線ト夫等ニ相當スル張力曲線デアル。

其ノ短縮度曲線ハ第1編第3章ニ於ケルト實驗方法ハ等シク、唯短縮度ヲ表ハス基準ガ原最大長タリシ

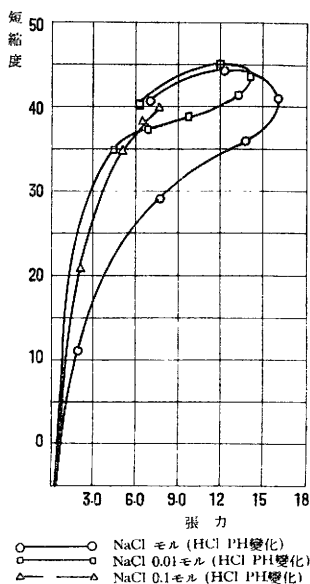
第 1 7 圖 表



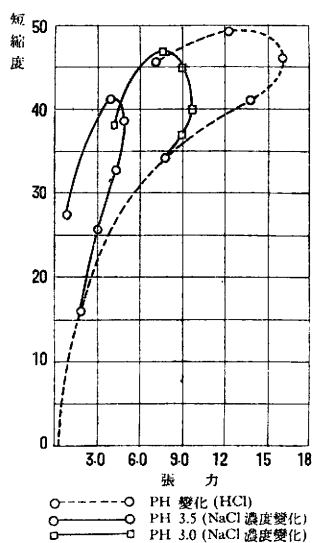
第 1 8 圖 表



第19圖表 張力短縮度曲線
(變性後最大長基準)
第17圖表ヨリ作圖



第20圖表 張力短縮度曲線
(變性後最大長基準)
第18圖表ヨリ作圖



ト變性後最大長タルトノ差異アルノミデ、第1編第18表又ハ第19表ノ夫々相當スル曲線ト大體一致シテキル。

第18圖表ハ鹽ヲ全ク含マザル鹽酸溶液及ビ食鹽ヲ0.01モル、及ビ0.1モル宛含ミ、其ノ濃度一定ニシテPH順次變化スル鹽酸溶液ガ作用スル時ノPH等張(荷重0.3g)短縮度曲線ト夫等ニ相當スルPH張力曲線デアル。

斯様ニ鹽ノ濃度ヲ一定ニシテPHガ變化スル時ノ等張短縮度曲線ハ第1編ニテハ表示シナカッタガ、此ノ種ノ實驗ノ實施モ容易デアルノミナラズ、又PHヲ一定ニシテ鹽ノ濃度ヲ變化サセル時ノ等張短縮度曲線表例ヘバ第1編第18表ノ如キモノヨリ組ミ換ヘテモ作圖出來ル譯デアル。本編第18圖表ノ實驗ハ本編第17圖表ノ實驗ト同一筋ニ於テ實施シ、且ツ兩者共變性後最大長ヲ基準トシテアルガ、PH及ビ鹽濃度共ニ等シキ時ハ短縮度モホト一致シテキル。

第19圖表ハ第17圖表ヨリ作圖シタル張力短縮度曲線デアツテ、點線ノモノハ第18圖表ヨリ作圖シタル鹽酸ノミノ場合ノモノデアル。

第20圖表ハ第18圖表ヨリ作圖シタル張力短縮度曲線デアル。

考 按

第17圖表ニヨレバ短縮ハ少量ノ鹽ニヨリテハ促進セラレ、大量ニヨリテハ抑制セラレル。張力モ少量ノ鹽ニヨリテハ促進セラレ大量ニヨリテハ抑制セラレル。然シ短縮ニ就テハPH3.5ノ時、鹽ノ促進作用甚ダ大キク、鹽ノ或ル濃度ニ於テハ鹽ヲ含マザルPH3.0ノ場合ヨリモ遙カニ大キクナルニ拘ハラズ、張力ハPH3.5ニテハ如何ナル鹽濃度ニテモ、鹽ヲ含マザルPH3.0ノ場合ノ張力ト等シクナル事ハナイ。即チ鹽ノ促進作用ハ短縮ニ就テハ著明デアル

が、張力ニ就テハ比較的ニ不著明ナル。同様ナ關係ハ第18圖表ニテモ認メラレル。從ツテ第19及ビ第20圖表ニテ見ル如ク張力短縮度曲線ハイツレモ一致セヌ事トナル。之ハ何故カ。鹽ガ短縮ヲ促進シ又抑制スル理論ニ就テハ第1編第3章第2節ニテ詳論シタ。夫ニヨレバ、一般ニ等電點外ニテハ筋外液ノPHヲ不變ニシテ置イテ鹽ヲ加ヘ又ハ濃度ヲ増ス時、鹽ハ筋内ニ入ルガ、其ノ内外ノ濃度ノ關係ハDonnan(及ビLoel)ノ理論ニ從ツテ特異デアツテ、特ニ注意スベキハ筋内ノH⁺濃度ノ増加ガ起リ、或ル範圍内ニテハ筋内イオン總濃度ノ増加ガ筋外イオン總濃度ノ増加ヨリモ大キクナル。タメニ筋内外ノ滲壓差が大キクナリ、膨化單位内ノ膨化壓ノ増加トナリ、短縮ハ促サレル。然シ鹽ノ濃度ノ増加ガ或ル範圍ヲ超ヘル時ハ筋内外ノ滲壓差ハ再ビ小サクナリ抑制作用ガ現ハレル。第1編ニ於テハ諸種鹽ノ作用ヲモ檢シテ之ヲ證明シタ。

然シ滲壓差ノ變化ニヨリテ短縮ノ促進及ビ抑制ガ起リ、單ニ其ノ滲壓差ガ直チニ短縮力即チ張力トナルモノナラバ張力短縮度曲線ハ常ニ一致スベキニ拘ハラズ、事實ハ之ニ反スル。

蓋シPH 3.5ノ鹽ノ或ル濃度ニテ、PH 3.0ノ鹽ヲ含マザル時ヨリモ短縮度が大キクナル場合ノ如キハ、上述ニヨリ、筋内ノ水素イオン濃度ハ甚ダ大キク、又「イオン總濃度モ甚ダ大キクナツテキネバナラス。此ノ時夫等ノ「イオン」ノ二次的作用ニヨリ筋ノ彈性ハ著シク減退シテキル筈デ、荷重ヲ増スナラバ著明ナ延長ガ起ル筈デアル。從ツテ此ノ時實驗ノ張力ハ甚ダ小サクナルノガ當然デアツテ多クノ説明ヲ要セザル所デアル。

第20圖表ニ見ラル、事情、即チ鹽ノ有無乃至濃度ニヨリテ張力ト短縮度(又ハ筋ノ長サ)トノ關係ハ區々異ナル事ノ如キハ筋生理學上注意スベキ事柄デアル。

稻岡⁽⁵⁾及ビBethe⁽⁶⁾ハ生キタ筋(水蛭及ビ其ノ他)ニ於テ、諸種ノ化學的物質ヲ作用サセテ檢シタル張力ト短縮トハ何時デモ一定ノ關係ヲ保ツモノトハ限ラス事ヲ認メテ、之ヲ基礎トシテ筋収縮ノ本態ニ關シ種々ノ詳論ヲシテキルガ、斯様ナ關係ハ實ニ筋ノ生活現象ノミニ特異ナモノデハナク、上述ノ如ク、無生物體(但シ有機)ニ於テモ認メラレル所デアル。其ノ生理學上ノ意義ノ詳論ハ別編ニ於テスル。

概 括

中性鹽ハ等電點外ニ於テ筋ノ短縮ヲ促進セシメ又抑制サセル。之ハDonnan平衡ニ關スルモノデアル事ハ張力ノ變化ヨリ考ヘテモ肯定サレル。

總 括

第1節ニ於テハ筋ノ彈性ノ完全サニ就テ述べ、第2節ニ於テハ筋全體ヲ一個ノ等分彈性體ト看做ス時ノ彈性率ニ就テ述べタガ、筋ハ等分ナラザル事ノ注意ヲ附加シタ。第3節ニ於テハ酸又ハ「アルカリ」ノ作用ニヨル長サ變化ト張力變化トノ關係ヲ檢シ、彈性及ビ短縮力ノ變化ヲ分析考究シタ。其ノ結果ハ大體次ノ如ク總括サレル。

- (1) 水蛭死筋ノ彈性ハ概シテ完全デアル。
- (2) 酸又ハ「アルカリ」ノ作用ニヨリテ筋ガ變性スル時其ノ彈性ハ減退(不可逆)スル。

(3) 鹽類ノ作用ニヨリテ筋ノ彈性ハ減退(可逆)スル。

(4) 酸又ハ「アルカリ」ノ作用ニヨリテ筋ノ彈性ハ可逆的ニ減退スル。

(5) 酸又ハ「アルカリ」ノ作用ニヨリテ筋ハ可逆的ニ短縮スル。之ハ筋内ニ假定シタル膨化單位内外ニ Donnan 平衡ガ成立シ、單位内ハ優滲透壓トナリ、單位ガ膨化即チ水攝取スル結果トシテ起ル。即チ筋内優滲透壓ガ膨化壓トナリ、膨化壓ガ短縮力トナル。

(6) 短縮ヲ抑制シテ檢セラレル實驗ノ張力ト短縮ノ大キサトノ關係ハ簡單デハナイ。之ハ實驗ノ張力ハ短縮力ト彈性トノ兩者ノ函數デアアルメデアアル。

(7) 酸ノ作用ニヨリテ現ハレル實驗ノ張力ノ最大ナルモノノ値ハ筋ノ斷面 1cm^2 ニツキ約 3.2kg デアル。最大全短縮力ハモツト大キイモノト考ヘラレル。

以上著者ハ「筋收縮ノ本態ニ關スル研究」トシテ發表シタル 4 編ニ亘リテ、酸、「アルカリ」又ハ鹽、又ハ夫等ノ混合液ノ作用ニヨル水蛭死筋ノ可逆的短縮ハ筋内ニ假定シタル膨化單位ノ膨化ニヨリテ起ルモノデアアル事ヲ説明シタ。即チ第 1 編ニ於テハ長サ變化ニ就テ、第 2 編ニテハ重量變化ニ就テ、第 4 編ニテハ長サ變化及ビ夫ニ相當スル張力ノ變化ニ就テ記述シタ。第 3 編ハ別ニ筋ノ溫固(不可逆的短縮)ニ就テノ記述ヲ目的トシタモノデアアルガ、其ノ内ニ於テ諸程度ニ變性シタル筋ニ對スル酸、「アルカリ」又ハ鹽等ノ作用ヲ檢シテ、其ノ長サ變化ト膨化トノ關係ニ就テ述ベタ。

而シテ平衡状態ニ於テハ膨化度ヲ増サシメル力ノ重要ナルモノハ Donnan 平衡ニ關スル筋内ノ優滲透壓デアアル事ヲ述ベタ。其ノ Donnan 平衡論ノ解説ノ如キハ著者ノ主目的トスル所デハナイノデアアルガ、Donnan (及ビ Loeb) ノ理論ヲ活用スル事ニヨリテ初メテ、死筋ノ長サ變化ノ一般ノ膨化説ガ確立強調サレ、Donnan 平衡ニ關セザル長サ變化、例ヘバ等電點ニ於ケル鹽類ニヨル長サ變化ノ如キモ結局ハ某機轉ヲ介スル所ノ膨化單位ノ膨化度ノ變化ニ歸スベキモノナル事(第 1 編第 6 章參照)、及ビ次編ニ詳論サレル如ク電氣動力學的(Elektrokinetisch)ニモ膨化性短縮ガ起ルベキ事(第 1 編第 4 章附參照)等ガ教ヘラレル。

結 論

水蛭死筋ハ膨化スル時短縮スル。本編ニ於テハ長サ變化ト彈性及ビ張力變化トノ關係カラ之ヲ考慮シタモノデアアル。

Literatur.

- 1) Fenn : Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie Bd. 8/1, S. 146, 1925. 2) 坂東, 十全會雜誌, Bd. 34, S. 281, 1929, Bd. 36, S. 1069, 1931. 3) Schleier : Pflüger Archiv. Bd. 197, S. 543, 1923. 4) Bethe : Pflüger Archiv. Bd. 205, S. 76, 1924. 5) Mangold u. Inaoka : Pflüger Archiv. Bd. 198, S. 297, 1923. 6) Bethe : Pflüger Archiv. Bd. 199, S. 491, 1923.

坂東論文附圖

荷重追加及び除去ノ際ノ長さ變化ヲ示ス描寫圖

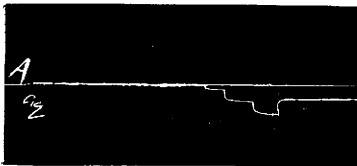
A 水平線ハ新鮮状態ニ於ケル零線

B 水平線ハ變性後零線 (眞殘餘短縮線)

時 標 10 分

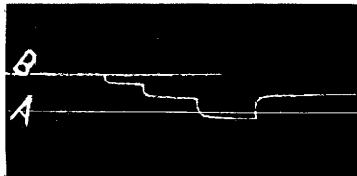
第 1 圖

水蛭新鮮眞死筋 等電點水中



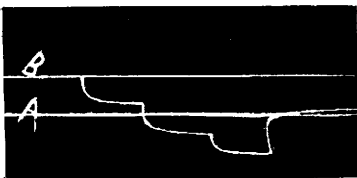
第 2 圖

酸變性筋 等電點水中



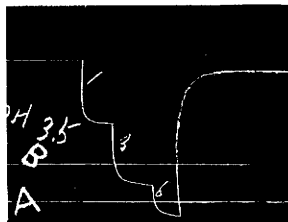
第 3 圖

酸變性筋 等電點 NaCl (0.7%) 液中



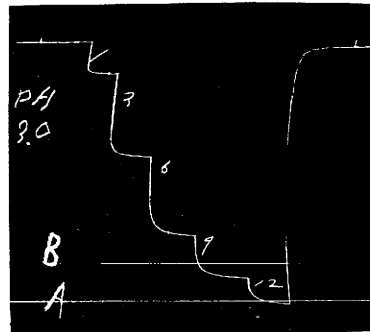
第 4 圖

酸變性筋 HCl (PH 3.5) 液中



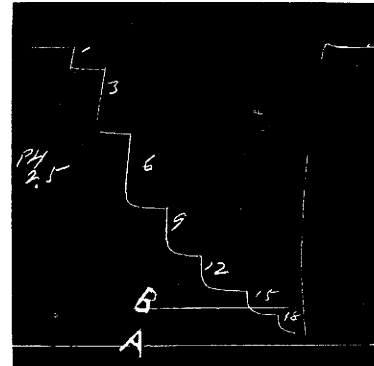
第 5 圖

酸變性筋 HCl (PH 3.0) 液中



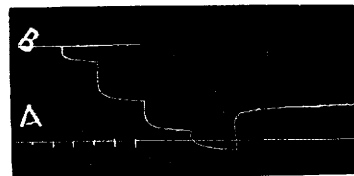
第 6 圖

酸變性筋 HCl (PH 2.5) 液中



第 7 圖

「アルカリ變性筋」 等電點水中



正 誤

筋收縮ノ本態ニ關スル研究 坂東三範

行ハ活字體ノ大小ニ關セズ通算

頁	行	誤	正
第 3 4 卷 臨 時 號			
314	下段後ヨリ 7	第十四圖 B	第十四圖 A
386	前ヨリ 7	電點等	等電點
第 3 6 卷 第 5 號			
1070	下ヨリ 8	攪拌	攪拌
1071	上ヨリ 18	ナキカ	ナキカ
1072	" 13	抵ク	低ク
1074	" 11	長變化	長サ變化
1076	第一表	1度12-3分	1度/2-3分
1077	上ヨリ 1	デアル.	デアル (第三項ノ(2)参照).
"	" 11	數値	數値
"	下ヨリ 12	溫度及ビ	溫度ノ値及ビ
1078	上ヨリ 9	K, Na Sr, Ba	K, Na Sr, Ba
"	下ヨリ 9	短縮ノ	短縮ハ
1084	上ヨリ 16	短縮	膠質の現象トシテノ短縮
1085	第二表	10-3.0 (及ビ其ノ他)	10 ^{-3.0} (其ノ他總テ之ニ準ズ)
1087	下ヨリ 12	イオン例	イオン列
"	第三表	4	49
1086	下ヨリ 14	間ニ	間接ニ
"	" 8	第三限	第三期
1087	上ヨリ 6	鹽デ	鹽ヲ
"	下ヨリ 2	形マデ	形ニテ
1088	上ヨリ 4	筋ハ	筋ハ
"	" 5	側ニ於テ	側ニ於テ
1089	" 18	IIIノ曲線ハIIIノ.	IVノ曲線ハIIIノ
"	下ヨリ 9	30%	36%
1092	" 6	69%	66%
1094	上ヨリ 2	右ノ	上記ノ
1096	" 6	短約的	短縮的
1098	" 14	69	69%
1103	" 5	論索	論索
1105	" 10	51%	41%
1108	" 5	極ヲ	極ク
"	" 17	單位ガ減退	單位ノ彈性ガ減退
"	下ヨリ 12	頁	頁
"	" 3	延長力	延長カ
1110	上ヨリ 8	後短縮約30度ヨリ	後短縮 約30度ヨリ
1114	" 7	大キクナル差異	大キクナルトイフ差異
"	下ヨリ 14	滲透壓ニ	滲透壓ノ
1115	上ヨリ 2	同程度	同溫度
"	" 5	影響ハ受ケザル	影響ヲ受ケルコト少キ
1116	下ヨリ 12	溫熱短縮	溫熱作用
1120	上ヨリ 18	死期	死筋
1121	" 15	理學的	物理學的
"	下ヨリ 9	Mergs	Meigs
1122	下ヨリ 6	Risser	Riesser
"	" 1	94, 225,	94, S. 225,
1123	上ヨリ 2	Bio ebenda	ebenda
附圖	第五圖	ロダソ曹達液	ヨ一ト曹達液