

## 31.

612.843.1

## 蛙眼網膜ノ解糖作用ニ對スル光線ノ影響

岡山醫科大學生理學教室(主任生沼教授)

池 宗 逸 治

[昭和14年2月4日受稿]

## 第1章 緒 論

曩=著者<sup>15)</sup>ハ網膜ノ瓦斯呼吸=對スル光線ノ影響ヲ研究シ、暗適應網膜ハ明適應網膜ヨリモ炭酸瓦斯形成盛=シテ、且抽出液中=於テモ視紅ガ再生サレルタメニハ、酸素ガ必要デアルト認メ、之等ノ事實ヨリ、網膜中=於テ視紅ガ再生サレルタメニハ、多量ノ酸素ガ必要デアルト述ベテキル。併シナガラコノ必要ヲ酸素ハ視紅再生ノ如何ナル化學的過程ニ消費サルルヤハ不明デアル。

抑々生体内ニテ起ル化學變化中、酸素ヲ攝取シ、炭酸瓦斯ヲ形成スル過程トシテ、先ヅ第1=考ヘラレルモノハ、糖分解過程デアル。從ツテ著者ハ網膜内=於ケル糖分解過程ト、視紅再生トノ間=一定ノ關係ガアルモノニハアラスヤト考ヘ、其ノ研究手段トシテ明或ハ暗適應=依ル網膜内ノ糖含有量ノ消長ヲ探究セントセリ。古來網膜ノ解糖作用=就テハ多クノ學者=ヨリ研究サレテキルガ、其ノ方法ハ總テ間接的方法ニシテ、歸スル所ハ酸素消費量、或ハ炭酸瓦斯形成量ヲ測定シ、ソレヨリ數理的=糖含有量ヲ算出シテ、解糖作用ヲ云々シテキル。其ノ代表的ナモノトシテハ Warburg<sup>12)</sup>及ビ其ノ一派ノ學者=ヨリ研究ニシテ、C. Sella<sup>1)</sup> P. Weinstein<sup>4)</sup>、J. Jány<sup>4)</sup>、F. Kubowitz<sup>6)</sup>、M. Nakasima<sup>7)</sup>、T. Tamiya<sup>8)</sup> 氏等ノ研究ハ總テ Warburg 氏ノ Manometrische Methode = ヨツテ行ハレタモノデアル。之等ノ間接的方法=對シ、直接=網膜中ノ糖含有量ヲ測定セル學者ハ少

數ニシテ、僅= W. Brammertz<sup>3)</sup>、Luna<sup>2)</sup>、P. Ehrlich<sup>2)</sup> 等ノ研究ガアルノミナリ。而モ之等ノ人々ノ研究モ Best 氏ノ Glykogenfärbung = ヨツテ、顯微鏡的=検査シテキル=過ギズ。W. Brammertz<sup>3)</sup> 氏ハ *Musca domestica* ノ眼球=就テ、Glykogen ノ消長ト照射ノ關係ヲ探究シ、照射=ヨツテ Glykogen ノ含有量ハ著明=減少スルト述ベテキル。之=對シ最近中島、小口兩氏<sup>14)</sup> ハ種々ノ藥品ヲ用ヒテ、網膜ノ解糖作用ヲ阻止スルトキハ、暗適應時=於ケル視紅ノ再生ガ著シク障害サレル。從ツテ網膜内=於ケル解糖作用ハ、光=ヨツテ分解サレタ視紅ノ再生ニ必要ナ生理的機能ナリト述ベテキル。即チ兩氏ノ成績ハ Brammertz 氏ノ成績ト、全ク相反スルモノデアル。

茲=於テ著者ハ其ノ執レガ眞ナルカラ確メ、且其ノ結果=依テ著者ガ曩=行ヒタル、網膜ノ瓦斯呼吸=及ボス光線ノ影響=就テノ研究中、未完成ノ點ヲ補ハントスルモノデアル。

## 第2章 實驗材料及ビ實驗方法

實驗材料トシテハ金線蛙(*Rana nigromaculata*)ノ眼球ヲ用ヒタ。3—5匹ノ明或ハ暗適應蛙ノ眼球ヲ摘出シ、網膜剝離ヲ行ヒ、次デ一定量ノ蒸溜水ニテヨク洗滌シ、色素層ヲ出來ルダケ除去シテ網膜ノミトナシ、然ル後吸取紙ニテ充分水分ヲ吸集シ、之ヲ Torsions-Wage = テ正確=秤量シテ、乳鉢=移シ、充分摺リ潰シテ、之=一定量(0.3cc)

ノ蒸溜水ヲ加ヘテ乳劑トシタ。尙ホ暗適應眼網膜ノ實驗ヲ行フニ當リテハ、蛙ヲ豫メ任意ノ時間ダケ暗室中ニ入レ置キ、然ル後寫眞用赤色電燈ノ下ニテ、眼球抽出、網膜剝離等ノ總テノ操作ヲ行ツタ。斯クシテ得ラレタ乳劑ノ上清ニ就テ Hagedorn-Jensen 氏法<sup>1)</sup>ニ依テ、直接糖糖含有量ヲ測定シタ。Hagedorn-Jensen 氏法ニ關スル詳細ハ Biochemische Zeitschrift ノ 135 卷及ビ 137 卷及ビ須藤憲三氏<sup>13)</sup>著、醫化學的微量測定法ニ掲ゲラレテキル故、此處ニハ其ノ概略ノミヲ述バルコトトスル。

(1) 蛋白質除脱：— 被檢液ヲ Hagedorn ノ 0.1 cc ノ Pipette ニテ正確ニ採リ、之ヲ蛋白質除脱液 (0.45 g/dl ZnSO<sub>4</sub> 液 5 cc +  $\frac{N}{10}$  NaOH 液 1 cc) 中ニ入レ、之ヲ 100°C ノ水浴内ニテ 3 分間加熱シ、次デ濾過シ、其ノ濾液ニ就テ糖ノ滴定ヲ行フ。

(2) 糖ノ滴定：— 濾液 =  $\frac{N}{200}$  K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> 液 2 cc ヲ加ヘ、15 分間 100°C ノ水浴内ニテ熱シ、次デ冷却シ、之ニ KJ-ZnSO<sub>4</sub>-NaCl 液ヲ 3 cc 加ヘ、次デ振盪シツツ  $\frac{N}{200}$  Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 液ヲ以テ滴定スル。即チ沃素ノ色ガ大部分消ヘタナラバ、2 滴ノ澱粉液ヲ加ヘル。スルト紫染スル。コノ藍色ガ無色トナルマデ  $\frac{N}{200}$  Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 液ヲ滴加シテ、全滴定量ヲ定メル。

(3)  $\frac{N}{200}$  Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ノ評價：—  $\frac{N}{200}$  KJ<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 2cc 及ビ 10 g/dl ノ KJ, 0.5 cc ヲ混和シテ (2) ト同様ニシテ、 $\frac{N}{200}$  Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 液ニテ滴定スル。

(4) 盲驗：— 前記 (1), (2) ノ順序デ、被檢液ヲ加ヘルコトナシニ、試藥ノミヲ混和シ、 $\frac{N}{200}$  Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 液ヲ以テ滴定スル。

以上ノ如キ手順デ求メラレタ各滴定値ヲ次式ニ代入シ、之ニ依テ被檢液ニ對スル眞ノ  $\frac{N}{200}$  Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ノ滴定消費量ヲ求メ、ソレニ對スル被檢液 0.1 cc 中ノ糖含有量ヲ Hagedorn-Jensen 氏ノ糖量表ニ依テ求メル。

$$V = \frac{\{m + (a - n)\} \times 2}{a} \text{ ccm}$$

$$V \dots \text{被檢液ニ對スル眞ノ } \frac{N}{200} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ ノ消費量}$$

$$a \dots \frac{N}{200} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ ノ評價値}$$

$$m \dots \text{被檢液ニ對スル } \frac{N}{200} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ ノ見懸ノ消費量}$$

$$n \dots \text{盲驗時ノ } \frac{N}{200} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ ノ消費量}$$

斯クシテ得ラレタ被檢液 0.1 cc 中ノ糖量ヨリ次式ニヨツテ、被檢組織即チ網膜 100 g 中ノ糖含有量ヲ算出スルコトガ出來ル。

$$x = \frac{300000 \times K}{y} \text{ mg/dl}$$

$$K \dots \text{被檢液 0.1 cc 中ノ糖量 (mg)}$$

$$y \dots \text{實驗ニ使用シタ被檢物ノ量 (mg)}$$

以上ノ如クシテ得ラレタ實驗成績ヲ示セバ、次ノ如シ。

### 第 3 章 實驗成績

實驗成績ハ明適應眼網膜ノ糖含有量ト暗適應眼網膜トノ 2 群ニ分ツテ表示スル。

即チ第 1 表ハ明適應眼網膜ノ糖含有量ニシテ、多少ノ變動ハアルモ、平均 91 mg/dl ナリ。第 2 表ハ暗適應眼網膜ノ糖含有量ニシテ、之ハ暗適應時間ノ長短ニヨリテ、其ノ含有量ハ著シク異ナル。

第 1 表 明適應眼網膜ノ糖含有量

實驗番號	天候狀態	使用網膜量 (mg)	糖含有量 (mg)	網膜 100gニ對スル糖含有量 mg/dl
I	曇[稍薄明] [午前 10 時]	70 mg (榮養中等)	0.066 mg	94 mg/dl
II	曇[稍薄明] [午後 2 時]	82 mg (榮養中等)	0.081 mg	99 mg/dl
III	雨[強薄明] [午前 9 時]	115 mg (榮養中等)	0.057 mg	50 mg/dl
IV	雨[稍薄明] [午後 3 時]	82 mg (榮養良)	0.066 mg	81 mg/dl
V	晴[日光直射] [午前 10 時]	61 mg (榮養良)	0.072 mg	118 mg/dl
VI	晴[日光直射] [午後 2 時]	73 mg (榮養良)	0.075 mg	103 mg/dl
平均	/	81 mg	0.0695 mg	91 mg/dl

第2表 暗適應眼網膜ノ糖含有量

實驗 番號	暗適應時間	使用網膜量 (mg)	糖含有量 (mg)	網膜100gニ 對スル糖含 有量 mg/dl
I	40分	98 mg (榮養良)	0.021 mg	21 mg/dl
II	90分	92 mg (榮養良)	0.021 mg	23 mg/dl
III	6時間	84 mg (榮養良)	0.036 mg	43 mg/dl
IV	6時間	101 mg (榮養良)	0.072 mg	71 mg/dl
V	21時間	88 mg (榮養良)	0.066 mg	75 mg/dl
VI	26時間	102 mg (榮養良)	0.081 mg	79 mg/dl

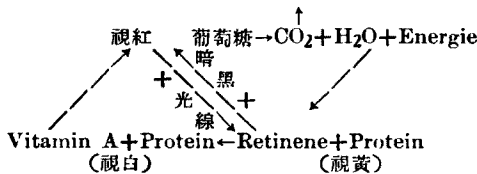
第4章 總括竝ニ考按

明適應眼網膜ノ糖含有量ハ天候狀態、實驗動物ノ榮養狀態等ニ依テ、多少ノ變動ハアルモ、最大118 mg/dl、最小50 mg/dlニシテ、平均91 mg/dlナル値ヲ示シテキル。此値ヲ蛙ノ血液中ノ糖量<sup>10)</sup>(最大85 mg/dl、最小40 mg/dl、平均80 mg/dl)ト比較スルトキハ、網膜ノ糖含有量ハ血液ノソレヨリカナリ多キコトヲ知り得ル。特ニ雨天ニテ射入光線ノ少ナキ時ハ糖含有量モ少ナク、之ニ反シ晴天ノ射入光線多キ時ハ糖含有量著明ニ多シ。次ニ暗適應眼網膜ノ糖含有量ヲ見ルニ、暗適應時間短キ程、網膜ノ糖含有量ハ少ナク、暗適應最初ノ2時間位ノ間ハ糖含有量ハ明適應眼網膜ノ糖含有量ノ殆ド $\frac{1}{2}$ ニ減少シテキル。然ルニ暗適應時間ガ長クナルニ從ツテ、網膜ノ糖含有量ハ増加シ、漸次明適應眼網膜ノ糖含有量ニ近寄り、暗適應6時間ノ後ニハ大體血液ノ糖含有量ニ等シクナル。併シナガラ暗適應時間ヲ段々長クシテ、20時間前後ニシテモ、網膜ノ糖含有量ハ明適應眼網膜ノソレニ遠ゼズシテ、依然トシテ血液ノ糖含有量ニ止マル。暗適應時ニ網膜ノ糖含有量ガ著明ニ減少スルコトハ、暗適應時ニ網膜内ニテ盛ニ糖分解ガオコルモノト見做シ得ル。又長時間暗適應セシメルトキ、網膜ノ糖含有量ガ増加スルノハ、一時減少

シタ糖ガ血行ニヨツテ補ハルモノト考ヘテ可ナリ。尙ホイカニ長ク暗適應セシメテモ、網膜ノ糖含有量ガ明適應網膜ノ糖含有量ニ達シ得ナイノハ、長時間暗適應セシメタ網膜内ニ於テモ、絶エズ糖分解ガ起リツツアルコトヲ示スモノデアラル。即チ網膜ノ糖分解量ト血行ニヨル糖補給量トガ平衡狀態ヲ保テルタメナラン。尙ホ明適應網膜ノ糖含有量ガ血液ノソレヨリカナリ多キコトハ、明適應時ニ於テハ糖分解ノ起リ方ガ少ナク、網膜中ノ糖分解量ヨリモ血行ニヨル糖補給量ガ多キタメ、漸次網膜内ニ糖蓄積ヲ來スモノナラン。特ニ日光ニ直射シタ際ニハ、網膜内ニテハ殆ド糖分解ハ起ラザルタメ、血行ニヨル網膜内糖蓄積作用ハ益々著シクナルモノト考ヘ得ラル。

囊ニ著者<sup>15)</sup>ハ網膜ノ炭酸瓦斯形成ニ及ボス光線ノ影響ヲ研究シ、暗適應網膜ハ明適應網膜ヨリ多クノ炭酸瓦斯ヲ形成スルコトヲ知レリ。即チ視紅ノ再生ニハ酸素ガ必要デアアルコトヲ知レリ。併シナガラコノ酸素ガ網膜内ノ如何ナル化學的變化ニ必要デアアルカハ不明デアルト述ベテキル。今此處ニ得ラレタ實驗成績ニヨレバ、暗適應網膜ニ於テハ、其ノ糖含有量ガ著明ニ減少シテキル。即チ暗適應時ニハ網膜内ノ糖分解ハ盛ニナル。從ツテ視紅ノ再生時ニハ糖分解ガ盛ニナル。然ルニ糖分解ガ盛ニナレバ、炭酸瓦斯形成モ盛ニナルコトハ明カナル事實ナリ。斯ク考ヘ來ルトキハ、暗適應時ニ炭酸瓦斯形成ガ増加スル事實ト、暗適應網膜ノ糖分解作用ガ盛ナル事實トハ、ヨク一致スル所ナリ。即チ暗適應時ノ炭酸瓦斯形成増加ハ糖分解ニヨルモノデアルト考ヘ得ラル。而シテ糖分解ノ際ニハ必ず遊離Energieノ發生ヲ伴フ。コノEnergieガ如何ナル化學的過程ニ費ヤサルヤハ、未ダ確證ナキモ、以上ノ如ク視紅ノ再生時ニ糖分解ガ盛ニナルコト、及ビ炭酸瓦斯ノ形成多キコトヨリ、糖分解ノ際發生サルルEnergieハ恐ラク視紅ノ再生ニ用ヒラレルモノナラン。即チ視紅ガ再生サレルトキニハ、先ヅ網膜内ノ糖ガ分解シ、其ノト

キ發生スル化學的 Energie = 依テ、視黃ガ視紅ニマデ再生サルルモノナラン。此點ニ關シテハ、中島、小口兩氏<sup>14)</sup>ノ研究ガアル。同氏等ニヨレバ、種々ノ藥品ニヨツテ、網膜内ノ解糖作用ヲ阻止スルトキハ、暗中ニ於ケル視紅ノ再生ガ著シク障碍サレル。從ツテ網膜ノ解糖作用ハ光ニヨツテ分解サレタ視紅ノ再生ニ必要ナ生理的機能デアルト述ベテキル。此點著者ノ研究トヨク一致スル所ナリ。茲ニ再ビ(G. Wald<sup>11)</sup>ノ説ガ正シキモノト假定セバ、網膜内ノ複雑極マリナキ化學的過程モ、次ノ如ク明快ニ説明シ得ル。



尙ホ長時間暗適應セシメルトキハ、網膜ノ糖含有量ハ血液ノ糖含有量ト大體等シクナルモ、明適應網膜ノ糖含有量ニ遙ニ及バザルハ、長時間暗適應セシメタ網膜内ニ於テモ、一部分ノ視紅ノ分解、次デ再生ガ絶エズ反覆行ハレ、常ニ一定ノ平衡關係ガ保タレテキルタメナラン。從ツテ長時間暗適應セシメラレタ網膜内ニ於テモ、絶エズ解糖作用

ガ行ハレ、炭酸瓦斯ノ形成モ常ニ明適應網膜ヨリ多キ理ナリ。

## 第5章 結論

(1) Hagedorn-Jensen 氏微量糖測定法ニ依レバ、明適應網膜ノ糖含有量ハ、最大 118 mg/dl、最小 50 mg/dl、平均 90 mg/dl ニシテ、血液ノ糖含有量(平均 60 mg/dl)ヨリ遙ニ多シ。

(2) 暗適應網膜ノ糖含有量ハ、暗適應ノ最初ノ2時間位ノ間ハ著明ニ少ナク、20—25 mg/dl 位ニシテ、暗適應時間ノ長クナルニツレテ、漸次増大シテ血液ノ糖含有量ニ近寄ルモ、如何ニ暗適應時間ガ長クナルモ、明適應網膜ノ糖含有量ニ達スルコトナシ。

以上ノ事實ヨリ、視紅ノ再生ニハ糖分解作用ガ必要ニシテ、糖分解ノ際生ゼラルル Energie = 依テ、視紅ノ再生ガ行ハレルモノナラン。從ツテ視紅ノ再生時ニ必要トサレル酸素ハ、糖分解作用ノタメ消費サルルモノナラン。

稿ヲ終ルニ臨ミ御懇篤ナル御指導ト御挨拶ノ勞ヲ賜リタル恩師生沼教授ニ深謝ノ意ヲ表ス。

## 文

1) Hagedorn, H. C. u. B. N. Jensen, Biochemische Zeitschrift, Bd. 135, S. 46; Bd. 137, S. 92, 1923. 2) Oppenheim, Handbuch d. Biochemie des Menschen u. der Tiere, Bd. 4, S. 430. 3) W. Brannert, Arch. f. mikroskop. Anatomie, Bd. 86, S. 1, 1915. 4) J. Jány, C. Sella u. P. Weinstein, Biochemische Zeitschrift, Bd. 247, S. 146, 1932. 5) A. Krontewsky, Biochemische Zeitschrift, Bd. 182, S. 1, 1927. 6) F. Kubowitz, Biochemische Zeitschrift, Bd. 204, S. 475, 1929. 7) N. Nakasima, Biochemische Zeitschrift, Bd.

## 獻

204, S. 479, 1929. 8) T. Tamiya, Biochemische Zeitschrift, Bd. 189, S. 114, 1927. 9) Pavy, Journal of Physiology, Vol. 27, P. 451, 1902. 10) Junk, Tabulae biologicae, Bd. III, 397, 1926. 11) G. Wald, The Journal of gen. Physiology, Vol. 19, P. 351, P. 781, 1936. 12) O. Warburg, Über die katalytischen Wirkungen der lebendigen Substanz, Berlin, 1928. 13) 須藤憲三, 醫化學的微量測定法, 第2版. 14) 中島, 小口, 日本學術協會第13回大會講演抄録. 15) 池宗逸治, 日本生理學雜誌, 第2卷, 第2號.

*Aus dem Physiologischen Institut der Medizinischen Fakultät Okayama.*

*(Vorstand: Prof. Dr. S. Oinuma)*

## Der Einfluss des Lichtes auf die Glykolyse in der Froschnetzhaut.

Von

Itudi Ikemune.

*Eingegangen am 4. Februar 1959.*

Früher untersuchte der Verfasser den Einfluss des Lichtes auf die CO<sub>2</sub>-Ausscheidung der Netzhaut und er fand, dass die CO<sub>2</sub>-Ausscheidung der dunkeladaptierten Froschnetzhaut um rund 10% gesteigert gegen die CO<sub>2</sub>-Ausscheidung der helladaptierten Froschnetzhaut ist.

Einerseits giebt es die Angabe, dass die Glykolyse in der dunkeladaptierten Netzhaut vermehrt als der helladaptierten. Da der Verfasser bestimmte neuerdings mit der Hagedorn-Jensenschen Methode den Zuckergehalt der im dunkel- oder helladaptierten Zustand.

Die Resultate sind folgendermassen: —

- 1) Der Zuckergehalt der helladaptierten Netzhaut ist 91 mg/dl im Mittel. (118 – 50 mg/dl.)
- 2) Der Zuckergehalt der dunkeladaptierten Netzhaut ist verschieden je nach den Dauer der Dunkeladaptation.

Dauer der Dunkeladaptation	Zuckergehalt
bis 2 Stunde	20 – 23 mg/dl
6 Stunde	43 – 71 mg/dl
über 20 Stunde	75 – 79 mg/dl

Aus der zwei obigen Tatsachen kann man vermuten, dass die Resynthese des Sehporpurs bei Dunkel mit der Energie der Zuckerspaltung in der Netzhaut vollbracht wird und die Vermehrung der CO<sub>2</sub>-Ausscheidung der Netzhaut bei Dunkel wahrscheinlich mit der Vermehrung der Glykolyse in der Netzhaut zusammenhängt. (Autoreferat)