

金澤醫科大學病理學教室

(杉山教授指導)

## 諸種細胞ニ於ケル生命反應ノ吟味 (第8報)

種々ナル波長ノ光線照射ガ白血球生存期間ニ及ボス影響

講師 塚 本 茂

(昭和7年10月30日受附 特別掲載)

### 目 次

言 緒	第二節 本 實 験
第一章 實驗材料及ビ實驗方法	第三章 實驗成績ノ總括
第一節 實驗材料及ビ實驗裝置	第四章 文獻並ニ考據
第二節 實驗方法	結 論
第二章 實驗成績	引用文獻
第一節 豫備實驗	

### 緒 言

光線ノ生活體或ハ生活物質ニ對スル生物學的作用ト作用光線ノ波長トノ間ニハ密接ナル關係ノ存スル事ハ、既ニ1801年 Ritter ガ日光光線中特ニ生物學的意義アルハ其ノ紫外線ナルヲ唱へ、更ニ1877年 Downes & Blunt ガ光線ノ殺菌作用ヲ研究シ屈折率大ナル光線ガ殺菌力大ナル事ヲ發見シテヨリ、多數學者ノ實際的並ニ理論的興味ヲ惹起シ、今日ノ光線生物學ノ隆盛ヲ見ルニ到レリ。

紫外線ノ生物學的作用ガ紫外線波長ニヨリ異ナル事ハ多數ノ學者ニヨリ研究サレタリ。余ハ一般ニ生物學的作用ノ比較的少キモノト見ラル、長波長光線即チ可視性光線ニ就テ、體外ニ於ケル白血球ニ對スル作用ヲ波長ニ關シテ比較研究セント企テ本實驗ヲ行ヒタリ。

### 第一章 實驗材料及ビ實驗方法

新鮮血液載物硝子標本ヲ一定溫度ニ加温シナガラ種々波長ノ光線ヲ照射シ白血球ノ生存率ヲ一定時間毎ニ測定シタリ。而シテ本實驗ニ使用シタル材料及裝置ノ内アイゼンベルグ氏加温機ヲ除キ他ハ凡テ本學中島教授ヨリ拜借シタルモノナリ。ソノ概略ヲ述ブレバ次ノ如シ。

#### 第一節 實驗材料及ビ實驗裝置

##### (1) 家兎血液載物硝子標本

健康家兎ヲ使用セリ。家兎耳翼ヲ剃毛消毒シ小靜脈ヲ刺穿シ湧出スル血液ヲ直チニ清淨ナル覆蓋硝子中央下面ニトリ、清淨ナル載物硝子上ニ伏セ周圍ヲ「ワセリン」ニテ封緘ス。標本ハ細胞鑑別ノ爲メ型ノ如ク1萬倍「ノイトラール赤」ノ超生體染色ヲ施セリ。標本製作ニハ細心ノ注意ヲ用ス。白血球生存期間ハ標本血液層ノ厚サニヨリ著シキ差異ヲ現ハスモノナル故ニ、標本血液層ノ厚サハ實驗ヲ通シテ一定ナラザレバ

實驗ノ結果ニ大ナル誤差ヲ生ズベシ。然レドモ實際ニ於テ血液層ノ厚サチ一測定スル事ハ至難ノ業ナリ。余ハ標本ヲ顯微鏡下ニ檢シ標本ノ何レノ部分ニ於テモ赤血球ガ一様ニ一列ニ並ビタルモノヲ以テ標準トシ、標本全體ニ於テハ勿論一部ニ於テモ血液層ノ厚キニ過ケルモノ、薄キニ失スルモノ、或ハ赤血球ノ既ニ不正形トナレルモノ、塵埃、空泡等ヲ含ムモノハ凡テ捨テタリ。斯ノ如クスル時ハ所期ノ標本ヲ得ルニハ熟練セル手ヲ以テ細心ノ注意ノ下ニ行フモ容易ノ業ニ非ズ。合格セル標本ノ覆蓋硝子中央ニ照射スベキ部位トシテ約1 cm 平方ノ區劃ヲ朱ヲ以テ記シ實驗ニ供セリ。標本作製ニ使用セル覆蓋硝子ノ大サハ18×18 mmニシテ載物硝子ニハ厚サ0.9-1.1 mmノ白色硝子ヲ用ヒタリ。

## (2) 光學的裝置

### (イ) クリスタアンセン氏單色濾光器

材料. 硝子粉ト「メチール、ベンツォアート」トヲ混合シタルモノナリ。硝子粉トシテ Weigert ハ Jena, Schott & Gen. 工場製ノ「ブリズメンクロン」( $n_D = 1.5162$ )ヲ用ヒ、硝子粉ノ最適ノ大サハ直径0.3-1.0 mmトナシタリ。然レドモ日本ニ於テハ「ブリズメンクロン」ヲ得ルコト困難ナル爲メ中島教授ハ普通眼鏡ニ用フル「シリカートフリント」(1.546)ヲ用ヒ、Weigert ハ「メチール、ベンツォアート」( $n_o^{16.5} = 1.5180$ )ヲ用ヒタルモ中島教授ハ液體トシテハ20%ノ割ニ石炭酸ヲ含ム「メチールベンツォアート」ヲ使用シ、略同様ナル結果ヲ得タリト云フ。

原理. Christiansen ハ光學的等質ノ粉末狀固體(岩鹽、硝子)ト液狀有機物(ベンツォール、硫化炭素)トノ混合物ガ2種液體ノ混合割合ニ從ヒテ種々ノ單色光ヲ白色光ヨリ分離通過セシメルコトヲ觀察セリ。此ノ現象ヲ説明スルコトハ簡單ニシテ、固體ノ分解度曲線(各波長ニ對スル屈折率曲線)ハ液體ノ分解度曲線ニ比シ其ノ傾斜度緩漫ニシテ、屈折率ノ略々相似タ固體ト液體トニ於テハ兩者ノ分解度曲線ハ或ル點ニ於テ交叉ス。即チ或ル波長ニ對シテハ同一ノ屈折率ヲ示ス。從ツテ兩者ノ混合物ニ於テハ或ル波長ハ通過スルモ該波長ヨリ距リタル光線ハ屈折率ノ異ナル固體液體ノ境界面ニ於テハ反射或ハ屈折ノ現象ニヨリ排除セラレ、之等ノ光ヲ遮ギル事ニヨリ殆ンド單色光ニ近キ光ヲ得。而シテ Weigert ニヨリ改良セラレタル濾光器ハ混合物ノ溫度ヲ變化スル事ニヨリ濾過光線ノ波長ヲ變化スルヲ得。

### (ロ) 光源.

調節器附炭素弧光燈ヲ使用セリ。炭素棒ノ直径ハ0.8 cmニシテ、電流ハ交流100 Vヲ使用セリ。

### (ハ) 恒溫裝置.

濾光器ヲ加溫スル水桶ハ硝子製ニシテ、水道ヨリ注入セラルル水ハ水桶内ニ裝置セル電熱器ニテ加溫セラル。水桶内水ノ溫度ハ絶エズ注入セラルル水ノ量ヲ加減スルコトニヨリ變化セシムルヲ得。一定度ノ水流ヲ保ツ時ハ溫度ハ略々一定ニ止ムルヲ得。尙水桶内ノ水ヲ平等ニ加溫スル爲小「モーター」ニテ「スクリエー」ヲ以テ攪拌セシメタリ。水桶ヨリ溢レ出ヅル水ハ流水ポンプニテ排除セリ。斯ノ如キ裝置ニヨリ水桶内ニアル濾光器ハ一定溫度ニテ連續加溫スルヲ得。而シテ水道ノ水ノ溫度ハ實驗時ニ於テハ略2-3度ナリシテ以テ該溫度以下ニ濾光器ヲ冷却セシムル場合ニハ水桶ヲ更ニ人造氷ト水ヲ滿タセル冷却桶中ニ入レタリ。冷却桶ニハ兩側ニ光線ヲ通過セシムル窓アリ、且ツ冷却桶中人造氷ガ光線通過ヲ妨ゲザル様窓ニ相當スル部ニ棹ヲ嵌メタリ。

### (3) アイゼンベルグ氏顯微加溫載物机

コハ照射スベキ血液標本チ一定溫度ニ加溫スル目的ニ使用セリ。アイゼンベルグ氏顯微加溫載物机ハ電氣調節器ニヨリ任意ノ一定溫度ヲ保持スル様考案セラレタルモノニシテ、余ハ本實驗ニ於テハ38度ニ調節セリ。該載物机ノ構造及原理ハ本研究第7報ニテ記述セル所アリタリ。

## (4) 實驗裝置

實驗裝置ノ大略ヲ述ブレバ、炭素弧光燈ノ光ハ弧光燈ヲ蔽ヘル遮光器壁ニ裝置セル集光レンズヲ通過シテ濾光器コンデンサーノ上ニ集リ、濾光器コンデンサーニヨリ平等ニ照サレタル集光レンズノ像ヲ小ナル孔ヲ有スル遮光器ノ上ニ作ル。顯微加溫載物机上ニ裝置セル血液標本ハ遮光器ノ小孔ヲ出ヅル單色光ニヨリ照射サル。而シテ濾過器ニヨリ屈折セル非濾過光ハ集光レンズヲ填入セル遮光器ニヨリ排除サル。

## (5) クリスタアンゼン氏濾光器ノ利點

單色光ヲ得ル裝置ハ大體2種ニ區別セラレ、「プリズム」ヲ使用スル「モノクロマトール」(Monochromator)ト色素ヲ使用スル色素濾光器(Farbfiler)トアリ。「プリズメン・モノクロマトール」ヲ使用スル時ハ光ハ純ナレドモ光ノ「エネルギー」少量ナル憾アリ。又色素濾光器ヲ使用スル時ハ光ノ強サハ大ナルモ、種々ノ波長光線ヲ得ルニハ色素ヲ一取換フルヲ要スル事、及多クノ色素ハ光ニ對シテ不安定ニシテ純ナル濾過光線ヲ得ル事ニ障害トナル欠點アリ。且ツ各波長光線ニ對シテ使用セラレ得ベキ各色素ガ一部ノミ發見セラレタルニ過ギズシテ波長ニヨリテハ色素濾光器ハ全く用テナサザルモノナリ。

然ルニ「クリスタアンゼン」氏「モノクローム」ヲ「ワイゲルト」ガ改良シテ得タル濾光器ハ比較の純ニシテ且ツ強力ナル單色光ヲ短波長ヨリ長波長ニ亘リ自由ニ得ラレ、尙之ガ光學的操作モ甚ダ簡單ナリ。

## 第二節 實驗方法

實驗ヲ始ムルニ當リテハ先ヅ恆溫水桶ヲ所期ノ溫度ニ調節シ、濾光器ヲ所定溫度ニ加溫シ置クヲ要ス。余ハ水桶内水溫カ所期ノ溫度ニ達シテヨリ15—20分以後ニ實驗ヲ開始シタリ。此ノ間ニ顯微加溫載物机上ノ溫度モ38度ニ調節シ置ク。次ニ前節ニ記述セル如キ良好ナル血液載物硝子標本ヲ顯微加溫載物器上ニ裝置シ照射ヲ開始ス。

照射時間ハ先ヅ最初ニ2時間照射シタル後載物硝子標本ヲ取り外シテ、別ニ38度ニ調節シタル杉山式加溫箱内ニ裝置セル顯微鏡下ニ於テ鏡檢シ、血液標本照射部位ニ於ケル白血球ノ運動狀態ヲ觀察ス。加溫箱内觀察ハ30分ヲ要シ白血球50個乃至60—70個ヲ數ヘタリ。次ニ更ニ同一標本ノ同一部位ヲ2時間照射セル後再ビ加溫箱内ニテ30分間觀察ス。以下同様トス。即チ照射時間ハ2時間宛増加シ、2時間、4時間、6時間、8時間ニ亘リ白血球生存率ノ變化ヲ觀察セリ。

血液標本照射中ニ於テハ炭素弧光燈ノ點火狀態、恆溫水桶ノ溫度及顯微加溫載物机上ノ溫度ニ絶エズ注意セザルベカラズ。炭素弧光燈ハ調節器附ノモノヲ使用セルモ其ノ儘放置スル時ハ1—2分ニシテ光力ノ變化ヲ來ス故ニ兩炭素棒ノ間隔ヲ常ニ注意調節シ光力ノ一定ナラシムル様努力セリ。使用炭素棒ハ直徑0.8cm、長サ15cm.ノモノニシテ、2時間連續使用ニ堪ヘ、2時間毎ニ新シキモノト取換ヘタリ。恆溫水桶ノ溫度モ常ニ注意スルヲ要ス。水道水壓及室溫度ノ變化等ニヨリ水桶溫度モ幾分ノ動搖アル故ニ注入水量ヲ加減スル事ニヨリ溫度ヲ略々一定ニ保ツテ得。特ニ水道水溫以上ノ溫度ニ保ツ事ハ比較の容易ニシテ溫度の動搖ハ著シク僅微ナリ。然レドモ水道水溫以下ニ冷却器ヲ以テ一定溫度ニ冷却スル場合ハ稍々手數ヲ要シ、細碎セル人造氷片ヲ不斷ニ適當量宛冷却器内ニ投入シ、冷却器ノ溫度ヲ所期ノ溫度ヨリ2—3度低下セシメテ、恆溫水桶ノ溫度ヲ所期ノ溫度ニ調節スルヲ要ス。實驗ハ盛夏ノ候ニ行ヒシテ以テ室溫高ク、且ツ長時間ニ亘レル實驗ナレバ、恆溫水桶ノ溫度ノ動搖ハ可ナリ著シク、所期ノ溫度ヲ中心トシテ上下1度以内ノ動搖ヲ示セリ。

實驗ハ總テ暗室内ニテ行ヘリ。

## 第二章 實驗 成績

## 第一節 豫 備 實 驗

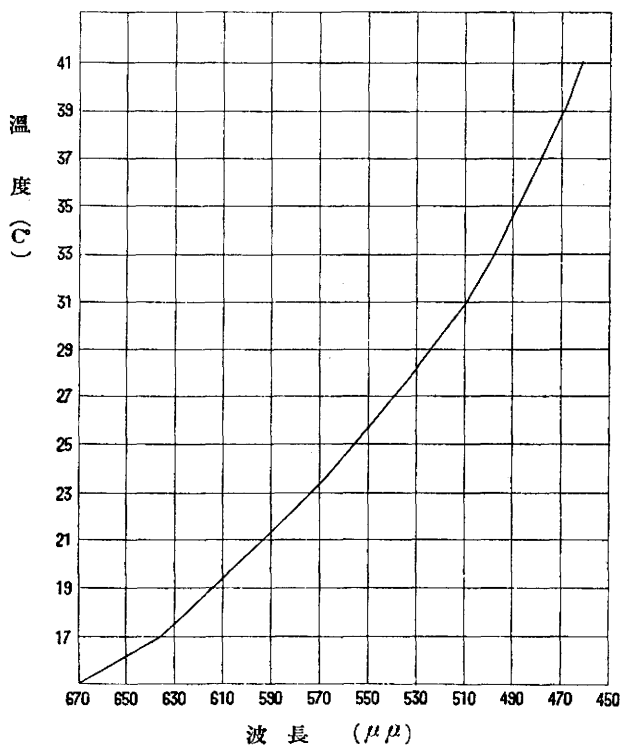
クリスチアンゼン氏濾光器ガ恒溫水桶ノ溫度ヲ變化セシムル事ニヨリ濾過光線ノ色調ヲ如何様ニ變化セシムルカヲ溫度10度乃至50度ノ範圍ニ於テ觀察セリ。色調ノ觀察ハ濾光器遮光器ヲ出ズル濾過光線ヲ白紙ニ照射セシメテナセリ。其ノ結果ハ次表ニ示ス如シ。

第 1 表

溫 度 (°C)	10	15	20	23	25	30	35	40	45	50
濾過光線ノ色調	赤	赤	橙 (黃)	黃	(黃) 綠	綠	(綠) 青	青	青	(青) 紫

即チ恒溫水桶ノ水ノ溫度ヲ10度乃至50度ノ範圍ニテ變化セシムレバ濾過光ハ赤色乃至(青)紫色ニ至ル美麗ナル單色光ナリ。10度或ハ15度ニ於テハ赤色光線濾過サレ、溫度ノ上昇ニ從ヒテ漸次短波長光線ニ移行シ、20度ニテハ橙(黃)色、23度ニテハ黃色、25度ニテハ(黃)綠色、30度ニテハ綠色、35度ニテハ(綠)青色、40度乃至45度ニテハ青色、50度ニテハ(青)紫色ノ光線ヲ濾過セリ。

第1圖 濾過光線ノ波長ト溫度 (中島教授測定)



尙中島教授ハ溫度ト濾過光線波長トノ關係ヲ研究セラレ、余ガ本實驗ニ於テ拜借使用セル濾光器ニ就テ嚴密ナル測定ノ結果第1圖ニ示スガ如キ結果ヲ得ラレタリ。即チ溫度15度乃至

41度ノ種々ナル溫度ニ於テハ 濾過光線波長ハ大略 670 $\mu$  ヨリ 460 $\mu$  ニ至ル間ヲ順次變化スル事ヲ確メラレタリ。

第二節 本 實 驗

前章ニ記載セルガ如ク、健康家兎血液ノ「ノイトラール 赤超生體染色載物硝子標本ヲ38度ニ加温シナガラ、クリスチアンゼン氏濾光器ニテ得ラル、一定波長ノ單色光ニテ照射シ、血液標本ノ一定部位ニ於ケル假性エオジン嗜好白血球ノ生存率ヲ時間毎ニ觀察セリ。實驗ハ凡テ暗室ニテ行ヒ、實驗セル單色光ハ赤色光線・(黃)綠光線・綠色光線・(綠)青色光線・青色光線・(青)紫色光線ニシテ、濾光器溫度ハ9—10度・14—15度・25度・30度・35度・40度及50度ニ於テ實驗セリ。

各單色光ニ就テ、2時間・4時間・6時間・8時間照射後ニ於ケル 假性エオジン嗜好白血球ノ生存率ヲ表示スレバ第2表乃至第8表ニ至ル。但シ表中ノ光線波長ハ中島教授測定ノ第1圖ヨリ計レルモノヲ記入シ、溫度ハ恒温水桶ノ溫度トス。

(1). 赤色光(溫度9—11度)照射試驗

冷却桶ヲ用ヒテ 實驗セリ。2時間照射後ニ於テハ 假性エオジン嗜好白血球・鹽基嗜好性白血球・「エオジン嗜好性白血球ノ多核白血球ハ勿論、淋巴球及大單核球ハ何レモ僅少ノ障害作用ヲモ認メズ、且ツ殆ンド凡テノ多核白血球ハ活潑ニ運動セリ。且ツ各種白血球ハ定型ノ「ノイトラール赤超生體染色ヲ呈セリ。4時間照射後ニ於テハ多核白血球ノ運動狀態ハ著シク

第 2 表

溫度 (°C)	波長 ( $\mu$ )	光線ノ 色	經過 時間 (時)	運動細胞		不動細胞		觀察細 胞總數
				實數	百分率	實數	百分率	
9—11		赤	0	50	100.0	0	0.0	50
			2	61	98.4	1	1.6	62
			4	65	92.9	5	7.1	70
			6	38	64.4	21	35.6	59
			8	9	15.0	51	85.0	60

第 3 表

溫度 (°C)	波長 ( $\mu$ )	光線ノ 色	經過 時間 (時)	運動細胞		不動細胞		觀察細 胞總數
				實數	百分率	實數	百分率	
14—16	670	赤	0	50	100.0	0	0.0	50
			2	71	98.6	1	1.4	72
			4	63	91.3	6	8.7	69
			6	30	54.5	25	45.5	55
			8	10	9.8	92	90.2	102

第 4 表

溫度 (°C)	波長 ( $\mu\mu$ )	光線ノ 色	經過 時間 (時)	運動細胞		不動細胞		觀察細 胞總數
				實數	百分率	實數	百分率	
25	556	(黃)綠	0	50	100.0	0	0.0	50
			2	72	100.0	0	0.0	72
			4	44	80.0	11	20.0	55
			6	27	42.9	36	57.1	63
			8	2	3.9	49	96.1	51

第 5 表

溫度 (°C)	波長 ( $\mu\mu$ )	光線ノ 色	經過 時間 (時)	運動細胞		不動細胞		觀察細 胞總數
				實數	百分率	實數	百分率	
30	517	綠	0	50	100.0	0	0.0	50
			2	62	98.4	1	1.6	63
			4	39	69.6	17	30.4	56
			6	20	29.0	49	71.0	69
			8	0	0.0	60	100.0	60

第 6 表

溫度 (°C)	波長 ( $\mu\mu$ )	光線ノ 色	經過 時間 (時)	運動細胞		不動細胞		觀察細 胞總數
				實數	百分率	實數	百分率	
35	488	(綠)青	0	50	100.0	0	0.0	50
			2	57	100.0	0	0.0	57
			4	31	60.9	20	39.2	51
			6	13	24.5	40	75.5	53
			7	1	1.9	53	98.1	54

第 7 表

溫度 (°C)	波長 ( $\mu\mu$ )	光線ノ 色	經過 時間 (時)	運動細胞		不動細胞		觀察細 胞總數
				實數	百分率	實數	百分率	
40	465	青	0	50	100.0	0	0.0	50
			2	65	100.0	0	0.0	65
			4	38	57.6	28	42.4	66
			6	8	14.8	46	85.2	54
			7	0	0.0	70	100.0	70

第 8 表

溫度 (°C)	波長 ( $\mu\mu$ )	光線ノ 色	照 射 時 間 (時)	運 動 細 胞		不 動 細 胞		觀 察 細 胞 總 數
				實 數	百分率	實 數	百分率	
50		(青)紫	0	50	100.0	0	0.0	50
			2	53	98.1	1	1.0	54
			4	34	53.1	30	46.9	64
			6	0	0.0	60	100.0	60

第 9 表

對 照	光線ノ 色	照 射 時 間 (時)	運 動 細 胞		不 動 細 胞		觀 察 細 胞 總 數
			實 數	百分率	實 數	百分率	
	白	0	50	100.0	0	0.0	50
		2	47	88.7	6	11.3	53
		4	25	40.3	37	59.7	62
		5	7	12.1	51	87.9	58

第 1 0 表

對 照	光線ノ 色	經 過 時 間 (時)	運 動 細 胞		不 動 細 胞		觀 察 細 胞 總 數
			實 數	百分率	實 數	百分率	
	暗	0	50	100.0	0	0.0	50
		2	67	100.0	0	0.0	67
		4	60	96.8	2	3.2	62
		6	31	88.6	4	11.4	35
		8	25	40.3	37	59.7	62
		10	11	19.3	46	80.7	57
		12	4	6.8	55	93.2	59

不活潑トナルモ、尙大多數ノ細胞ハ緩徐ナガラ遊走運動ヲ營メリ、極メテ少數ノ假性エオジン嗜好細胞ハ既ニ運動停止セルモノアリ、斯ル死滅細胞ハ「ノイトラール 赤染色ハ脱色シ、胞體ハ圓形トナリテ、顆粒運動ヲ示サル細胞顆粒ノ輝耀性ハ少ナク、細胞核ハ膨隆明徹化セリ。照射6時間後ニテハ假性エオジン嗜好白血球ノ多數ニ於テ運動ヲ停止シ、圓形膨隆セル死滅細胞多數ニ認メラル、モ、尙多クノ細胞ハ纖細ナル偽足ヲ出シ微動ヲ營ム。更ニ照射8時間ニ及ババ死滅細胞其ノ大部分ヲ占メ、顆粒運動或ハ微動ヲ營ム細胞ハ極メテ少數トナル。

(ロ). 赤色光(溫度14—16度)照射試験

本實驗モ冷却桶ヲ使用シ、恒温水桶ノ溫度ハ14乃至16度ノ間ヲ動搖セリ。2時間照射後ニ於テハ多核白血球ハ凡テ健常ニシテ活潑ニ運動セリ、稀ニ假性エオジン嗜好白血球ニシテ胞體內ニ可ナリニ大ナル1—2個ノ空泡形成ヲ見ルモノアルモ、斯ルモノモ尙活潑ニ運動セリ。赤血球ノ約5分ノ1ハ金平糖狀ニ萎縮セリ。4時間照射後ニ於テハ白血球運動ハ著シク緩慢トナルモ尙「ノイトラール赤超生體染色著明ナリ。極メテ稀ニ死滅細胞ヲ認メ、赤血球ノ約3分ノ1ハ金平糖狀ニ萎縮セリ。6時間照射後ニ於テハ死滅細胞ノ數漸ク増加シ、死滅セザル細胞モ退行性變化著明ニシテ圓形或ハ圓形ニ近キ不正形ヲナシテ長キ觀察ノ後初メテ微動ヲ營ミ、細長キ形ヲナシテ活潑ニ遊走スルモノハ極メテ稀ナリ。且ツ「ノイトラール赤染色モ甚ダ微弱トナル。更ニ8時間照射後ニ於テハ白血球ノ殆ンド凡テハ運動ヲ停止シタリ。

(ハ)。(黄)綠光(溫度25度)照射試驗

2時間照射後ニ於テハ白血球ノ遊走運動ハ尙著シク活潑ニシテ、死滅細胞ヲ見ズ。但シ赤血球ノ極ク少數ニ於テハ既ニ溶血現象ヲ認メタリ。死滅細胞ハ4時間乃至6時間照射後ニ至リテ著シク増加シ、更ニ8時間照射後ニハ白血球ノ殆ンド凡テガ死滅シタリ。「エオジン嗜好性白血球及嗜鹽基性白血球ニシテ6時間照射後ニ尙遊走運動ヲ營メルモノアルヲ認メタリ。

(ニ)。(綠)綠色光(溫度30度)照射試驗

綠色光ノ細胞ニ對スル障害作用ハ赤色光ノ夫ニ比シテ明ラカニ大ニシテ、照射2時間後ニ於テ既ニ白血球遊走運動ハ可ナリニ緩慢トナリ、照射4時間乃至6時間後ニハ死滅細胞ハ30%乃至71%ニ急激ニ増加セリ。「エオジン嗜好性白血球モ6時間照射後ニ於テ既ニ死滅セリ。

(ホ)。(綠)青色光(溫度35度)照射試驗

照射4時間後ニテハ白血球ノ「ノイトラール赤超生體染色ハ脫色スルモノ多ク、且ツ大部分ノ細胞ハ遊走運動モ著シク緩慢ニシテ原形質内ニ大小ノ空泡形成アルモノ多ク、白血球ハ所々ニ集合スル傾向アル如シ。6時間照射後ニ於テハ大部分ノ細胞ハ死滅セリ。

(ヘ)。(青)青色光(溫度40度)照射試驗

照射後2時間ニシテ白血球遊走運動ハ著シク緩慢トナリタリ。然レドモ尙多クノ細胞ハ超生體染色陽性ナリ。照射4時間後ニ於テハ死滅細胞ハ42%ヲ算シ、照射6時間後ニハ85%ニ激増シ、照射7時間後ニテハ殆ンド凡テノ細胞ハ死滅セリ。

(ト)。(青)紫色光(溫度50度)照射試驗

(青)紫光照射實驗ニ於テハ其ノ障害作用ハ著シク強大ニシテ、照射2時間後ニ於テ白血球遊走速度ハ著シク緩慢トナリ、照射4時間後ニテハ白血球ノ半バ以上ハ既ニ死滅セリ。而シテ6時間照射セル場合ニハ殆ンド凡テノ細胞ハ運動ヲ停止シ、細胞核ハ膨隆透徹化シ、細胞固有顆粒ハ其ノ耀輝性ヲ失ヒ、全く死滅ノ状態ニアリタリ。

以上述ベタル單色光照射試驗成績ト比較センガタメ2個ノ對照試驗ヲ行ヒタリ。其ノ一ツハ白色光照射試驗ニシテ、是ハ單色光照射試驗ト同一裝置ノ下ニ於テ濾光器ノミ除去シ、炭素弧光燈ノ光ハ恒温水桶及集合レンズヲ通ジテ血液標本ヲ照射セシメ、他ノ一ツノ對照試



驗ハ血液標本ニ全ク光線ヲ照射セシメザル場合ニ於ケル血液細胞ノ生存率ヲ檢セシモノニシテ、是ハ單ニ暗室内ニテ血液標本ヲ「アイゼンベルグ氏顯微加温載物器」ニテ38度ニ加温シテ實驗セリ。其ノ成績ハ第9表及第10表ニ示スガ如シ。

(チ). 白色光照射試驗(對照)

白色光照射試驗ニ於テハ白血球ノ障害作用ハ最モ著名ナリ。2時間照射後ニ於テハ多核白血球ノ遊走運動ハ尙活潑ナルモ、「ノイトラール赤」ノ染色狀態ハ著シク不良ナリ。照射4時間ニ及ベバ死滅細胞ハ過半ヲ占メ、照射5時間後ニテハ遊走細胞ハ極メテ稀ナリ。尙著シキ事ハ照射4時間乃至5時間後ニテハ赤血球ノ多クガ溶血現象ヲ呈シ、透明ナル通常大ノ或ハ縮小セル赤血球影ノ多數ニ認メラル、事ナリ。

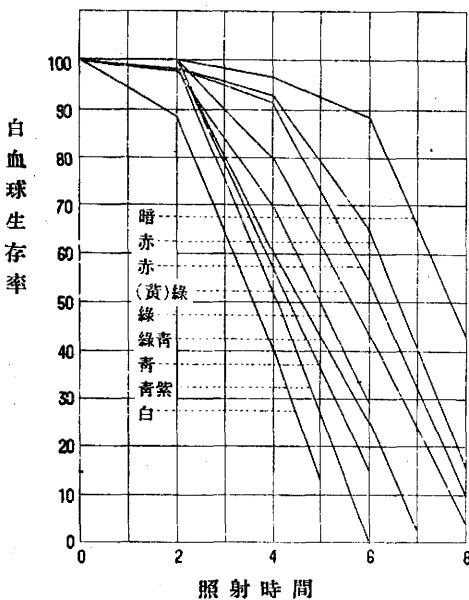
(リ). 非照射試驗(對照)

何等光線照射ヲ行ハズ、單ニ暗室中ニテ38度ニ加温セルモノナリ。此ノ場合ニ於テハ白血球ノ障害作用ハ最モ少ナク、長時間ニ亙リ活潑ナル遊走運動ヲ營メリ。而シテ赤血球ノ溶血現象ハ容易ニオコラス。

第三章 實驗成績ノ總括

第2章ニ於ケル第2表乃至第10表ノ實驗成績ヲ圖示スレバ第2圖ノ如シ。

第 2 圖



射セザル場合ナリ。

即チ第2圖ニ於テ明ラカナル如ク、單色光ノ種類ト白血球生存率トノ間ニハ著名ナル關係ノ存スル事ヲ知ルヲ得。即チ一定時間照射後ニ於ケル家兔假性エオジン嗜好白血球ノ生存率ハ照射光線ノ波長ニヨリ相異ヲ示スノミナラズ、白血球ノ生存率ノ小ナルモノヨリ列擧スレバ(青)紫色光・青色光・綠青色光・綠色光・黄綠色光・赤色光ノ順位トナリ、短波長光線ホド白血球生存率小トナリタリ。換言スレバ赤色光ヨリ紫色光ニ至ルニ隨ヒ白血球ニ對スル障害作用大ニシテ、白血球ヲ早期ニ死滅セシムルモノナル事ヲ意味スルモノト思考セラル。而シテ白血球生存率ノ最モ小ナルハ對照實驗トシテ試ミタル白色光照射ノ場合ニシテ、生存率ノ最モ大ナルモノハ光線ヲ全然照

第四章 文獻並ニ考按

血液ニ對スル光線作用ニ關シテ從來多數ノ實驗報告アルモ、其ノ殆ンド凡テハ生體ニ光線

照射ヲ行ヘル場合ニ於テノ血液細胞ノ主ニ形態學的研究ニシテ、體外ニ於ケル血液細胞ニ對スル光線作用ニ關スル研究ハ甚ダ稀ナリ。

血液細胞中赤血球ニ對スル光線作用ニ就テハ多數ノ記載アリ。既ニ Sacharoff, Sachs, Pfeiffer 等ハ體外ニ於ケル赤血球ニ光線照射ヲ行ヘバ溶血現象ヲ起ス事ヲ認メ、Busck, Hasselbach ニヨレバ斯ル光線ノ溶血作用ノ主因ハ其ノ中ニ含マル、紫外線ニアリトセリ。然レドモ Hausmann ノ實驗ニヨレバ、長波長光線ト雖モ、例ヘバ赤色光ニ於テモ其ノ光線ノ強サガ充分ナル時ハ溶血現象ヲ認ムルガ故ニ、光線ノ溶血作用ハ光線ノ吸收率ニ關係シ、紫外線ニ比シテ吸收率ノ著シク小ナル長波長光線ニ於テハ溶血作用モ著シク微弱ナルベシト思考シタリ。

體外ニ於ケル白血球ニ對スル光線作用ニ關スル研究ハ甚ダ少ナシ。唯近年 Earle 氏ハ白血球運動ニ對スル光線作用ニ就テ研究報告セル所アリ、光線照射カ障害的作用ヲ示セル事ヲ報告セリ。即チ猫・海狸・家兎白血球ヲ組織培養シ、或ハ懸滴標本ヲ作り、之ニ電燈光線ヲ照射セシムレバ白血球ハ著名ナル退行性變化ヲ來ス事ヲ認メタリ。而シテ光線照射ノ初期ニ於テハ白血球ニハ何等ノ形態的並ニ機能的變化ヲモ認ムルヲ得ザルモ、コノ潜伏期ニ次ギ第2期ノ興奮期ニ於テハ白血球遊走運動ハ著シク旺盛トナリ、最後ニ變性期ニ入レバ白血球ハ圓形トナリ運動ハ停止シ、細胞ハ膨隆或ハ又屢々凝固スルニ到ルト言ヘリ。更ニ斯ル光線照射ニヨル細胞ノ退行性變化ガ如何ナル波長光線ニヨリ惹起スルモノナリヤヲ研究セリ。即チ6「ボルト」、108「ワット」ノ顯微鏡ランプヲ用ヒ、其ノ光道ニ熱濾過器ヲ入レテ赤外線ノ大部分(65—75%)ヲ吸收セシムルモ細胞ノ退行性變化ノ惹起サル、事及ビ退行性變化ノ起ル速度ハ熱濾過器ヲ使用セザル場合ト全く同様ナル事ヨリ、上述ノ光線照射ニヨル細胞ノ退行性變化ハ細胞ノ熱凝固ニ非ラザル事ハ確實ナリト言ヘリ。氏ハ更ニ實驗ヲ進メ、Wratten 氏濾光器ヲ使用シテ數種ノ異ナル波長帶光線ヲ以テ照射實驗ヲ行ヒタリ。即チ青色光(波長ハ320—390 $\mu\mu$ 、430—550 $\mu\mu$ 、赤外線)、綠色光(波長ハ475—630 $\mu\mu$ 、690 $\mu\mu$ —赤外線)及ビ赤色光(600 $\mu\mu$ —赤外線)ノ三種ノ光線照射ヲ行ヒシニ何レノ場合ニ於テモ白血球ノ退行性變化ヲ認メ、且ツ退行性變化ヲ起スニ要スル時間ハ各濾光器即チ濾過光線ノ種類ニヨリ異ナリタリト報告セリ。而シテ Earle ハ斯ル血液照射試驗ニ於テ赤血球ノ溶血現象ガ白血球ノ變性ニ對シテ或ル重要ナル役割ヲ演ズルガ如シト言ヘリ。尙上述三種ノ濾過光即チ青色光、綠色光及ビ赤色光ハ何レモ赤血球ニ對シテ或ル程度ノ溶血作用ヲ有シ、且ツ結締織成形細胞培養ニ對シテモ障害的ニ作用スル事ヲ認メタリ。

即チ「レントゲン線及紫外線ノ如キ短波長光線ニ於テ生物學的作用ノ甚大ナルモノアルハ勿論ナルモ、是等「レントゲン線或ハ紫外線ニ比シ長波長光線ナル可視性光線モ全然生活物質ニ對シテ無影響ノモノニ非ズシテ一程度ノ意味ヲ有スル事ハ Hausmann 或ハ Earle ノ實驗成績ニ徴シテ想像ニ難カラズ。Wallgren ハ血液標本ヲ37度ニテ觀察シ、Ostwald ノ濾光器ノ5號ヲ使用シ1時間照射スルモ(此ノ場合ニ於ケル濾過光ハ黃綠色、波長ハ515—570 $\mu\mu$ )何等照射ノ結果トシテノ變化ヲ認メズシテ、濾過器ヲ取除ク時ハ白血球ノ「アメーバ様運動

ハ短時間ニテ停止セリト報告セルモ、氏ノ場合ニ於テハ濾過光ノ強サガ充分ナラザリシ爲ト想像セラレ、何レニシテモ可視性光線ト雖モ一定程ノ白血球ニ對スル生物學的意味ヲ有スルモノト思考セラル。此ノ事ハ紫外線ガ特ニ強キ殺菌力ヲ有スルモ又長波長光線モ弱キナガラ一定ノ殺菌作用ヲ有ストイフ Thiele & Wolf 及ビ R. Wiesner ノ唱フル所ト一致セリ。

光線波長ガ光線照射作用ノ質的並ニ量的方面ニ重大ナル關係ヲ有スル事ニ就テハ幾多ノ文獻アリ。

最近 Küstner ハ赤色光線ヲ治療上ニ用ヒ、血液像ノ變化ヲ觀察シタリ。氏ハ患者ニ赤色光線ノ半時間乃至1時間照射ヲ3日間ニ亘リ斷續セル場合ニ著名ナル白血球像ノ變化ガ急激ニ惹起サレ、即チ多クノ場合ニ於テ淋巴球及大單核球ハ光線照射後著名ニ増加セルヲ認メ、赤色光線ハ皮膚或ハ體表面ヨリ作用スルモノニ非ズシテ、該光線ガ皮膚ニ對スル透過性大ナルタメ、血液或ハ淋巴装置ニ直接作用スルモノト思考セリ。更ニ氏ハ興味アル動物試験ヲ行ヒ、海狸ヲ色硝子ヲ以テ作ラレタル箱中ニ入レ、之ニ光線照射ヲ行フ時ハ、赤色硝子動物ニ於テハ人間ノ場合ト全く同一結果ニ達シ著名ナル淋巴球增多症ヲオコシ、數日間照射後ニハ80%ノ淋巴球ヲ算セリ。而シテ淋巴球增多症ハ赤色光線照射期間ニ於テハ一定値ニ止ル。此ノ動物ヲ青色硝子箱ニ入レテ照射スレバ淋巴球增多症ハ消失シ代ツテ白血球增多症ヲオコシ、之ヲ更ニ赤色硝子箱ニ移シ照射スレバ、白血球增多症ハ消失シ再ビ淋巴球增多症ヲ見ルニ至ルト言ヘリ。即チ作用光線ノ色調ガ動物血液ノ組成ニ對シテ大ナル意味ヲ有スル事ヲ證セリ。可視性光線ノ波長ト作用トニ關シ Sonne ハ數種ノ單色光ニ就テ植物ノ Phototropismus (屈光性)ヲ檢シ、光線ノ屈光性作用ハ短波長光線ホド大ナル事ヲ證セリ。即チ燕麦ノ Phototropismus ヲオコサシムルニ要スル光線ノ最小「エネルギー」量ハ白色光ノ最小「エネルギー」量ニ對シテ黄色光(570 $\mu\mu$ )ハ約600倍、綠色光(546 $\mu\mu$ )ハ400倍、青色光(436 $\mu\mu$ )ハ3/100倍、紫色光(405 $\mu\mu$ )ハ1/0.06倍ナリシト言フ。紫外線ノ殺菌作用モ紫外線波長ト密接ナル關係ヲ有スル事ハ Ehrismann & Noethling ノ證明セル所ナリ。即チ氏等ハ「プリズメン・モノクロマトール」ヲ使ヒ紫外線ノ例ヘバ黄色葡萄狀球菌・綠膿菌及ビ「サツカロミーチェス」ニ對スル殺菌力ハ波長265 $\mu\mu$ ノ紫外線ニ於テ極大ニシテ、之ヨリ長短長ノ或ハ短波長ノ紫外線ニ至ルニ隨ヒ殺菌作用ハ漸次減少シ、換言スレバ殺菌ニ要スル照射光線ノ最小エネルギー量ハ漸次増大スル事ヲ證セリ。

抑々光線ノ生物學的的作用ガ現ハル、爲ニハ放射「エネルギー」ガ生活物質ニ吸收サル、ヲ要ス。而シテ吸收サレタル放射「エネルギー」ガ個々ノ場合ニ放テ如何ナル他ノ「エネルギー型」ニ移行スルモノナルカハ明ラカナラザルモ、今日一般ニ考ヘラル、所ニヨレバ、熱エネルギー、螢光現象、化學的エネルギー」等ニ變形スルモノト思考セラル、如シ。即チ或ル物質ニ對スル光線作用ノ有無ハ該光線ノ作用物質ニ對スル吸收ノ有無ニ關係スルモノナリ。

種々ノ波長光線ノ生活體ニ對スル透過性ハ生活體ニヨリ異ナルモ、動物組織ニ對シテハ一般ニ可視性光線即チ長波長光線ハ短波長光線ニ比シ透過性大ナリ。即チ光線波長ガ大ナル程光線ノ深達作用ハ大ニシテ、換言スレバ短波長光線ホド透過性小ニシテ隨ツテ其ノ吸收率ハ

大ナリ。此ノ事ハ Hasselbach, Glitscher, Bachem 等ノ人類皮膚ニ對スル種々波長スペクトルム」ノ透過作用ニ關スル研究成績ニ於テモ明ラカナリ。サレバ一般ニ長波長光線ハ吸收小ナルヲ以テ其ノ生理學的作用ハ僅少ナリト想像セラレタリ。余ガ種々ノ波長ノ單色光照射試験ニ於テモ、波長ノ異ナルニ隨ヒ血液ニ對スル吸收率ガ異ナルコトガ既述ノ如キ實驗成績ヲ得タル原因ノ重要ナルモノナリト想像セラル。勿論此ノ場合ニ白血球自己ノ可視性光線ニ對スル吸收力モ考ヘラル、モ、白血球ノ「メヂウム」ヲナス血漿或ハ Earle ノ言フガ如ク赤血球ガ作用光線ヲ吸收シテ化學的變化ヲ起シ或ル物質ヲ出シ、コノ爲ニ白血球ガ變性シ得ベキ事モ考ヘラル。白血球自己ノ光線ニ對スル吸收性ハイザ知ラズ、血液ソノモノ、赤外線或ハ可視性光線ヲ強ク吸收スル事ハ Bachem & Reed ノ認ムル所ナリ。

次ニクリスチアンゼン氏濾光器ノ濾過光線ノ純度及ビ透過力ニ就テ述ベン。Weigert ノ測定セル所ニ依レバ濾光器ノ厚サ 14mm, 遮光器 5 mm ノモノヲ用ヒ、第11表ノ如キ結果ヲ得タリ。即チ濾過光ノ強サハ初メノ光ノ約10%乃至40%ニシテ長波長光線ホド大ニシテ、其ノ純度ハ其ノ半値幅(極大部ニ於ケル濾過光線透過力ノ半分ヲ示ス所ノ幅)ハ長波長光線ニ比シ短波長光線ホド小ニシテ、22—4 $\mu$ ナリ。

第 11 表 クリスチアンゼン氏濾光器濾過光線ノ透過力及ビ純度

Nr.	Temp. (°C)	Im Maximum		1/2 Wertsbreite		1/10 Wertsbreite	
		$\lambda$ ( $\mu\mu$ )	Trausp. Prozent	Grenzen ( $\mu\mu$ )	Breite ( $\mu\mu$ )	Grenzen ( $\mu\mu$ )	Breite ( $\mu\mu$ )
1 (赤)	18.6	664	36.3	652—674	22	640—687	47
2 (赤)	19.4	647	31.6	635—658	23	624—674	50
3 (橙)	21.8	612	31.6	614—629	15	595—630	35
4 (黄)	24.5	587	31.1	579—594	15	573—604	31
5 (黄線)	27.5	556	24.5	550—562	12	544—568	24
6 (綠)	30.5	538	13.5	531—543	12	525—548	23
7 (青線)	34.3	510	17.8	506—513	7	502—517	15
8 (青)	39.4	478	13.2	475—482	7	472—487	15
9 (青紫)	50.2	440	10.5	437—441	4	432—442	10

上表ノ數値ハ Autokollimation ヲ行ヘルモノニシテ、濾過光ノ純度ハ比較的大ナリ。余ガ實驗ニ於テハ Autokollimation ヲ行ハザリシモ、濾過器ノ厚サガ遙ニ大ナル故ニ、濾過光線ノ純度ハ相當大ナルモノト思考セラル。

余ノ血液照射ニ使用シタル各單色光ノ「エネルギー」ハ測定セザリシタメ今茲ニ確言シ得ザルモ、Weigert ノ測定成績ヨリスレバ單色光ノ波長ガ小ナル程濾光器ノ透過性ハ減少シ、從ツテ濾過光線ノ絶對エネルギー量モ短波長單色光程少ナキ事ハ想像セラル。果シテ然ラバ余ガ實驗ニ於テ短波長單色光ガ長波長單色光ニ比シ白血球ニ對スル障害作用ガ大ナリシ事ハ、一般ニ同一エネルギー量照射ノ場合ニハ短波長單色光ガ長波長單色光ニ比シ白血球ニ對スル

障害作用ガ極メテ大ナル事ヲ意味ス。

## 結 論

本研究ニ於テハ種々ノ波長ノ單色光ヲ血液標本ニ照射シ、ソノ體外ニ於ケル白血球ノ生存期間ニ及ボス影響ヲ檢索セリ。即チ38度ニ加温シタル家兎血液標本ヲ、クリスチアンゼン氏濾光器ニヨリ得タル數種ノ單色光即チ赤色光・黄綠色光・綠色光・綠青色光・青色光及ビ青紫色光ヲ以テハ6時間乃至8時間照射セシメタリ。

種々ノ單色光ヲ以テ照射セル場合、初メノ時期(照射2時間位迄)ニ於テハ白血球ハ活潑ニ運動シ、認メ得ベキ變化ヲ示サバルモ、4時間乃至6時間照射後ニ於テハ白血球ノ遊走運動ハ著シク緩慢トナリ、胞體內ニハ空泡形成ヲ現ハシ、遂ニ細胞ハ圓形トナリ運動全ク停止シ、細胞核及ビ胞體ハ著シク膨脹變性ス。赤血球モコノ時期ニ於テハ多數溶血現象ヲ現ハセリ。

假性エオジン嗜好白血球ニ對スル障害作用ヲ各單色光種類ニ就テ觀察スルニ、一般ニ長波長光線ヨリ短波長光線ニ至ルニ從ヒ、即チ赤色光・黄綠色光・綠色光・綠青色光・青色光・青紫色光ノ順位ニ白血球ニ對スル傷害作用強大トナリ、假性エオジン嗜好白血球ヲ早期ニ死滅セシムルコトヲ認メタリ。

本實驗ニ當リ實驗裝置ヲ拜借シ尙種々御指導下サレタル本學中島教授ニ對シ茲ニ深甚ノ敬意ヲ表ス。

## 文 獻

- 1) **Bachem, C. & Reed, C. I.:** The penetration of light through human skin. Amer. Journ. of Physiol. Vol. 97, p. 86, 1931.
- 2) **Christen, Th.:** Ueber biologische Strahlwirkung. Strahlentherapie Bd. 9, S. 591, 1919.
- 3) **Downes & Blunt :** Pro. Roy. Soc. Lond. Vol. 26, Nr. 184, 1877. Zit. n. Ehrismann.
- 4) **Ehrismann, O. & Noethling, W.:** Ueber bactericide Wirkung monochromatischen Licht. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskr. Bd. 113, S. 597, 1932.
- 5) **Earle, W. R.:** Studies upon the effect of light on blood and tissue cells. I. The action of light on white blood cells in vitro. Journ. of exp. Med. Vol. 48, p. 457, 1928.
- 6) **Derselbe :** II. The action of light on erythrocytes in vitro. p. 667.
- 7) **Derselbe :** The action of light on fibroblasts in vitro. p. 683.
- 8) **Elvegart, E., Staude, H. u. Weigert, F.:** Ueber monochromatische Lichtfilter. II. Zur Anwendung des Spektrograph von Goldberg. Sonderausdruck aus Zeitschr. f. physikalische Chemie. Abt. B. Bd. 2, H. 3, 1929.
- 9) **Glischer, K.:** Die Absorption des sichtbaren Lichtes in der Haut. Strahlentherapie Bd. 9, S. 255, 1919.
- 10) **Hausmann, W.:** Grundzüge der Lichtbiologie und Lichtpathologie. 8 Sonderband zu Strahlentherapie. Wien. 1923.
- 11) **Hausmann, W.:** Ueber Strahlenhämolyse. Strahlentherapie Bd. 9, S. 46, 1919.
- 12) **Hasselbach, K. A.:** Quantitative Untersuchung über die Absorption der menschlichen Haut von ultravioletten Strahlen. Skand. Arch. Phys. Bd. 25, S. 55, 1911.
- 13) **Küstner, H; Dreyer, G. u. Siede, W.:** Veränderungen des weissen Blutbildes durch Strahlen verschiedener Wellenlängen. Münch.

- med. Wochenschr. Bd. 97, Nr. 18, S. 703, 1932.      14) **Mayerson, H. S. & Laurens, H. :** The effects of carbon arc radiation on the blood of dogs. Amer. J. Physiol. Vol. 86, p. 1, 1928.
- 15) **Sonne, C. :** Weitere Mitteilung über die Abhängigkeit der lichtbiologischen Reaktionen von Wellenlänge des Lichtes, Untersuchungen über Phototropismus. Strahlentherapie Bd. 31, S. 778 1929.      16) **Thiele, H. u. Wolf, K. :** Ueber die Abtötung von Bakterien durch Licht. Arch. f. Hyg. Bd. 60, S. 29, 1907.      17) **Weigert, F. u. Staude, H. :** Ueber monochromatische FarbfILTER. Zeitschr. f. physikalische Chemie Bd. 130 (Cohnfestband) S. 607, 1927.      18) **Wiesner, R. :** Die Wirkung des Sonnenlichtes auf pathogene Bakterien. Arch. f. Hyg. Bd. 61, S. 1, 1907.
- 19) **Wallgren, A. :** Ueber die Wirkung des Lichtes auf die neutrophilen Granulozyten des normalen Menschenblutes. Verhandlungen der deutschen pathologischen Gesellschaft. Bd. 24, S. 38, 1928.