光と生物

濱 浪 武 雄 著



KEIOGIJUKU LIBRARY
慶應義塾圖書館
HIYOSHI YOKOHAMA

東京
力書房發行

1003

目次

第一章　緒言……一

第二章　光の作用とその一般的性質……六

光の定義……六
光學……七
視えない光……一〇
熱線……一二
紫外線……一三
光線の吸收……一七
スペクトルムの分解……三三
日光のスペクトルム……三四
葉綠素と血色素……三五
水・硝子・石英……三五
雰圍氣……三六
光源……三八
加工光源……三九
單色光……四四
光の强さ……三五
狹義の意味の光……三六
化學作用……三七
螢光……三九

燐光……一三　發光石……一三五
第三章　植物に及ぼす光の作用……一四五
葉綠素の生成……一四八　開花……一六四
葉綠素生成の病的障碍……一五一　光の運動刺戟……一六五
葉綠素の作用……一五三　日光感應或ひは向日性……一六六
同化……一五五　偏光性運動……一六七
光の強さ……一五七　轉位性運動……一七一
葉綠素の光の吸收……一五八　綠色のない植物……一七三
植物の成長……一六〇
第四章　細菌に及ぼす光の作用……一七七
光の細菌作用……一七七　フィンゼンの實驗……一八一
ドーネスとブラントの實驗……一七九　化學線の要義……一八四
ブフネルの實驗……一八〇　紫外線……一八六
集合光……一八二　フィンゼンの石英集光裝置……一八六
太陽の光の集合……一八八　釀母と絲狀菌……一〇〇
ヘルテル等の實驗……一八八　光の間接的作用と直接的作用……一〇〇
種々の光源……一九三　過酸化水素……一〇三
溫度……一九五　酸素の補助的影響……一〇四
壽命……一九五　毒素……一〇五
感光の差別……一九六　光の衞生に及ぼす影響……一〇八
結核菌……一九八　河川の淸淨……一一三
芽胞……一九九　海水の芽胞含有について……一一五
ワクチン……一九九　細菌の新陳代謝產出物……一一六
第五章　細菌とその他の微生體に及ぼす光の刺戟……一一八
運動刺戟……一一〇　綠色エウグレナ……一一五
エンゲルマンの說明……一一〇　紫色バクテリア……一一七
硅藻類……一一三　光測バクテリア……一一八
ザウリムシ……一一三　アメーバ……一二四

腐敗アメーバ……一三六
病的作用……一三八
色素を生ずる細菌……一四〇
色の順應……一四三
光力的現象……一四四
過敏性……一五三

第六章　高等動物に及ぼす光の作用

皮膚の光學的感覺……一五五
蚯蚓……一五六
動物の向日性……一五七
光の運動刺戟……一五九
蠅……一六〇
蛙の卵……一六一
山椒魚……一六三
蝌斗……一六三
發光動物……一六六
刺戟としての光……一六六
動物の成長……一六九
色素……一七〇
變色……一七三
カメレオン……一七四
麥中毒……一七六

第七章　人體皮膚に及ぼす光の作用

日焦けと雪焦け……一七九
光疹……一八二

光に慣れること……一八五
極地探檢家の經驗……一八九
電氣の光による皮膚の炎症……一九三
實驗的研究……一九四
皮膚の生理作用……二〇三
皮膚の發赤……二〇四
色素沈着……二一四
角層色素……二三三
表皮の混濁……二三四
毛髮……二三四
深部に働く作用……二三六
紫外線……二三五
衣服……二三九
熱射病……二四一

第八章　光に曝された組織の變化

二四三

第九章　光と皮膚病

二四八
光炎……二四八
醜い容貌……二五七
特異質……二五一
ペラグラ……二五九
身體の保護……二五三
痘瘡……二六〇
夏日水疱……二五三
赤色光線療法……二六一
色素性乾皮症……二五五
フィンゼンの光線療法……二六五

第一〇章　光が血液と新陳代謝に及ぼす影響……二六八
光の調節……二六九　新陳代謝……二七七
光の酸化促進作用……二七五　血液の發光作用……二八〇
第一一章　光と神經……二八一
有色光線を使つた實驗……二八三　赤い光……二八五
青い光……二八四　色の五感的道德的作用……二八六
跋（醫學博士　林　繰）

第一章　緒言

最近の光線の研究は、ただ單に醫學者と科學者との世界だけではなく、一般社會でも遍くこの偉大な自然力に對して、多くの興味を喚起したのである。事實、光線はその利用法の如何によつては、人類に大きな幸福を齎すと同時に、また恐るべき害惡をも及ぼすものであつて、人類と有機界に與へるその影響は、蓋し非常に大きなものといはねばならない。

しかもその力が餘りに普遍的で、餘りにも不斷的である爲に、光の現象や影響も日常の平凡事として、敢へてその根本に遡つてまで、探究しようとするものがなかつたのである。宇宙を流れてゐるこの光波こそ、實に人體と生物を日常不斷に遍照して、「生」の活力を賦與し、萬物の生命を永遠ならしむるものである。それ故に光を讃美す

るには、これを偉大な詩人の天才と畫家の精力とによらなければならないが、光の動物界・植物界に及ぼす影響については、夙に科學者の精密な研究に俟たねばならぬことはいふまでもない。しかしながらそれが今日に至るまで、科學的知識の對象から看過されてゐたことは實に奇怪といはねばならない。そして光が生物の生活と健康とに、多くの影響と大きな意義とをもつてゐることに留意したものは、フィンゼン以前にも澤山あつたが、これを科學的に闡明したのはこのフィンゼンを以て嚆矢とするのである。フィンゼンはデンマークの學者であつて、明快な理論的考察と豐饒な實地の經驗とに基いて、なほその上にシャルコー・ウィドマルク・ハンメル・ウンナ等の研究をも參酌して、「日光こそ惱める人類の治療に有益なものであるから、これを利用して一層の效力を實現せしめねばならない」と確信したのである。さうして彼はその生活體に必要な理を明かにして、その應用に於いては治療に有效なことを說き、進んでこれを廣く一般に適用しようとして努力した。

彼は更に動物と植物とに及ぼす日光の作用が、どんなものであるかといふことを明かにして、未耕の地に新たな科學的開拓を試みたものである。當時、彼は重病に患はされてゐたにも拘はらず、堅忍不拔な彼の研究心はこれが爲に少しも阻止せられることがなく、病軀を叱して研究を續けた。さうして打建てられた幾多の業績は後代にまで恩惠を布いて、蒼穹に磅礴としてゐるこの日光の溫いエネルギーは、病者を救ふ偉力であることを明かにされるやうになつたのである。

光が健康體や病弱體に及ぼす作用を說く者は、榮譽あるフィンゼンの名を引用することを、決して忘れてはならないのである。實に光線生物學の研究史上、フィンゼンの偉業は、千古に垂れて極光のやうに燦として輝いてゐるのである。彼の學術が我國へも移植されたのはまた當然のことではあるまいか。

フィンゼン（Finsen）は名を Nils Ryberg といつて、デンマークの醫者である。西曆一八六〇（我が萬延元）年一二月一五日、Färöer 島の小市 Thorshavn に生まれた。兩親はともに

アイスランドの出身であつたので、小學教育は親の故郷 Reykjavik で受けた。北國特有の晝夜の差別甚しい天象は、幼いこのフィンゼンの心に強い印象を與へ、將來彼が光源治療法の大家となるべき因子は早くも植ゑつけられたのであつた。



フィンゼン
（デンマーク人 1860—1904）

一八九〇年デンマークのコペンハーゲン大學を卒へて醫學士となり、すぐに同大學の解剖學教室に三年間の研究生生活を送つたが、年來胸に潜められてゐた光への切なる憧憬は、一切の繋りを斷つて、念願する光學研究に一意沒頭するやうになつた。そして早くも一八八六（明治一九）年、土地の富豪ハーゲマンとヨルゲンゼン二人の後援と政府の保護とによつて、光源治療所を設立することになつて、自分はその所長に就任し、著書この方面の仕事を完成するに至つたのである。

この研究所は一日二〇〇人の外來患者を治療する傍ら、光學の醫學方面に關する研究を行ふ機關を具備したものである。一八八九年彼は初めて化學線を除いた光による天然痘の治療成績を發表してから、斯學の權威者として推しも推されもせぬ醫學者となつた。一八九八年同大學の正教授に推され、一九〇三（明治三六）年には、もうノーベル受賞者の一人となつた。フィンゼンはこの賞金一〇萬クラウンを悉く同所の研究費に投じた。

フィンゼンは生來蒲柳の質で青年の頃から病勝ちであつたが、志氣は愈々旺んで精力は益々溢れ、能く病氣を克服して專門の光線治療學の開發に精進し、多數の業績を次から次へと發表し、斯學の進歩に偉大な貢獻と足跡を殘したが、一九〇四年九月二四日、この異材の學匠も四五歳の若さで惜しくも眼を閉ぢたのである。門人レイがよくその遺業を繼いで、デンマークに輝しい時代を保つてゐた。

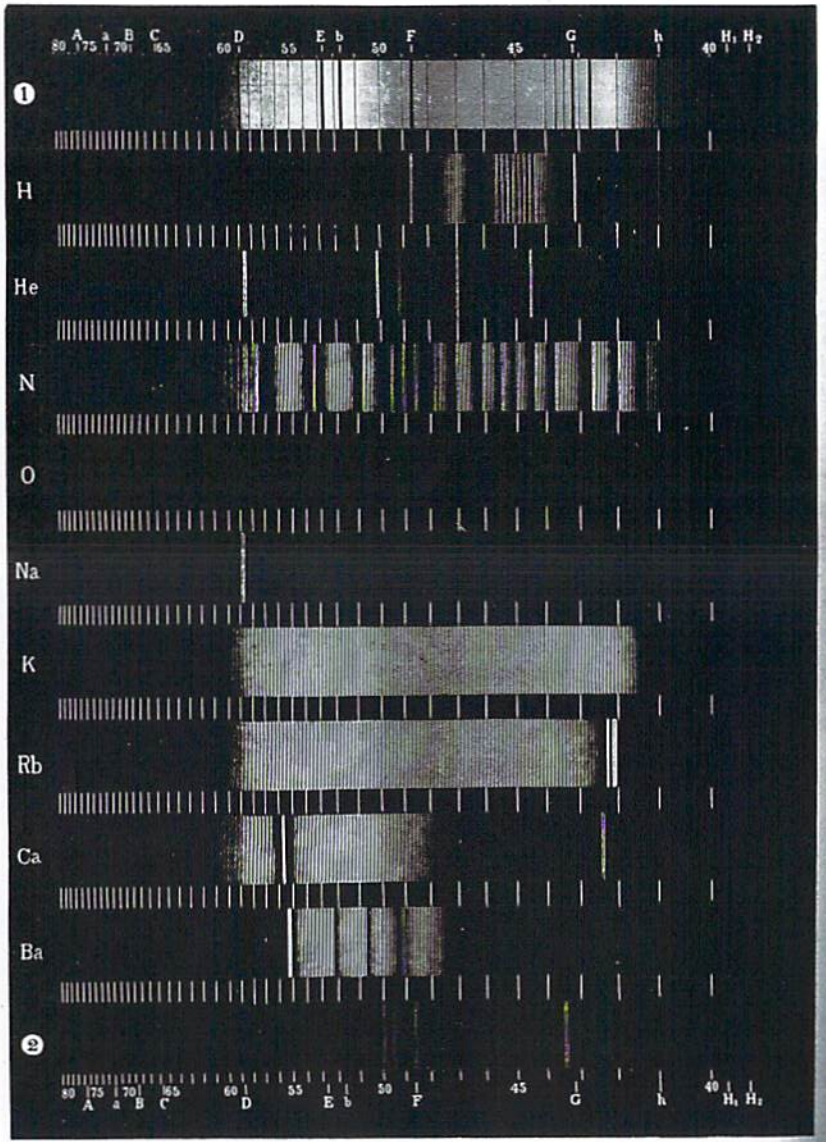
第二章　光の作用とその一般的性質

光が作用するときの性狀を科學的に研究するに當つて興味のあることは、人體の或特殊の疾患が、光によつて良好な結果を得るといふことである。生物に對する光學の知識さへ十分に得ることが出來れば、光の治療上の價値やその應用に關しては、容易に理解することが出來る。それで說明の順序として、先づ人類と光線との關係を明かにして、その上で生物界と光線との交涉を詳かにしたいと思ふ。光線療法は決して非科學的な「幻想」ではなくて、全く生理的及び生物學的に、立派にその根柢をもつてゐるものであるからである。

光の定義　哲學者は光を定義して、「光は物體を識別する原因である」といつてゐる。けれども生物學の見地からすれば、「光とは發光體から出るすべての放線の全エネルギーである」といはなければならない。吾々を圍繞してゐる光の力は、自然のありのままの力であると思つてゐる者もあるかも知れないが、實は自然としてもそれは太陽の放線のエネルギーに過ぎないのである。

光學　吾々は光によつて物體を認識する。つまり、吾々の眼は光の反射した物體を見ることが出來るのである。光の視覺器官に働く作用は、早くから知られてゐたが、光學とはこの光の物理的性質、光と視覺とに於ける法則とか、光の吸收とか、反射とか、偏光・屈折などを攻究したり、また光を分解して色を說明する學問である。

今、日光を適當にプリスマの上に投じて、これを白壁の上に投影させると、光はプリスマの爲に屈折せられて、七色の色帶を現出するものである。この日光の分色景（スペクトルム）は虹の色と同じやうに、赤・橙・黃・綠・淡青・濃青・紫の順次で配列される。そしてその屈折率は赤の部分に最も低くて、紫の部分に最も高いのである。プリスマを通過する日光は唯一つの白色の印象ではあるが、その實、無數の各色を含んだ細微な放線



日光①と星雲②と數種の輝線スペクトルム

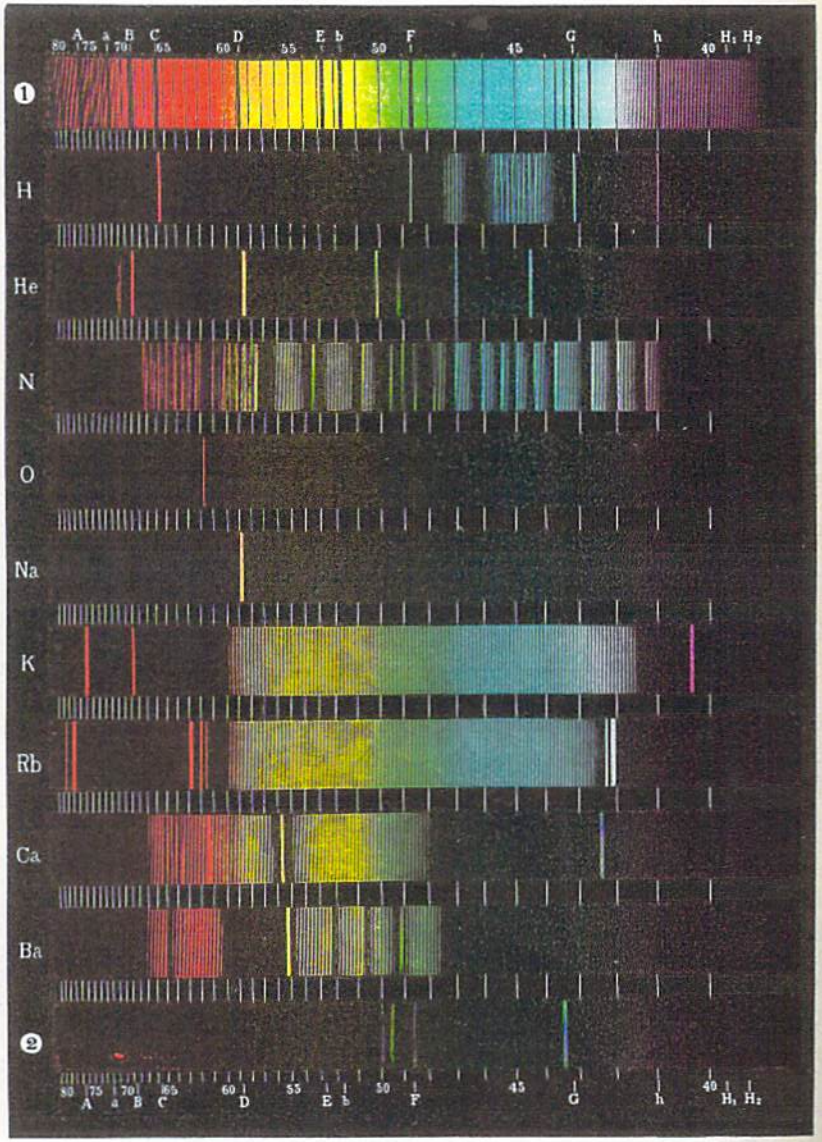
の集合したものである。

しかしこれ等の箇々の色は自然には現れない。所謂「光」とは、要するにこのそれぞれの屈折角度の違つた放線の集合したものに過ぎないのである。

日光はプリスマによつて、その組織してゐる色合ひに分解せられるが、赤から紫へと行くに從つて、屈折の度も互に違つてだんだんと大きくなつて行くので、各色は別別にあのやうな美しい七彩となつて壁上に投影されるのである。そしてこの色が相寄り相集つて吾々の眼に映じて來るときは、あの日光のやうに白色となるのである。

光學の教ふるところによれば、「光とは電磁波動である」といふ。そして光の波動は實に極小なものであつて、その波長は各々その色合ひによつて相異してゐる。太陽の光のスペクトルムの一端に現れた赤色は一粍の長さに一三一五回、また紫色では二五四二回の波動を傳へてゐる。

そして光の速度は眞空のところでも大氣中に於いても、すべて同一の速度であつ



日光①と星雲②と數種の輝線スペクトルム

の集合したものである。

しかしこれ等の箇々の色は自然には現れない。所謂「光」とは、要するにこのそれぞれの屈折角度の違つた放線の集合したものに過ぎないのである。

日光はプリスマによつて、その組織してゐる色合ひに分解せられるが、赤から紫へと行くに從つて、屈折の度も互に違つてだんだんと大きくなつて行くので、各色は別別にあのやうな美しい七彩となつて壁上に投影されるのである。そしてこの色が相寄り相集つて吾々の眼に映じて來るときは、あの日光のやうに白色となるのである。

光學の教ふるところによれば、「光とは電磁波動である」といふ。そして光の波動は實に極小なものであつて、その波長は各々その色合ひによつて相異してゐる。太陽の光のスペクトルムの一端に現れた赤色は一粍の長さに一三一五回、また紫色では二五四二回の波動を傳へてゐる。

そして光の速度は眞空のところでも大氣中に於いても、すべて同一の速度であつ

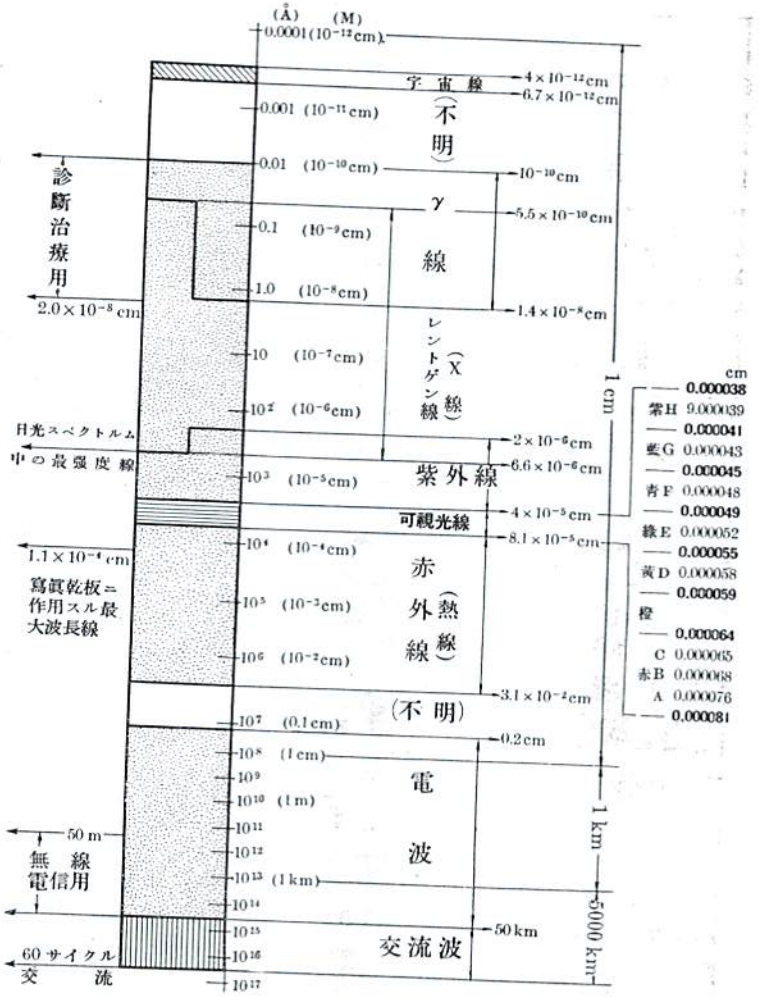
て、一秒間に約三〇萬糎であるとされてゐる。從つて光の一秒間の運動、卽ち振動數が赤色は紫線よりも少ないわけである。

換言すれば、異つた各々の光の色の振動數は皆別々であつて、各光線の波長に比例してゐるのである。

卽ち赤色は一秒間に 1315回×300000km(＝30000000000mm)＝394.5兆回の振動をすることになり、

紫色は 2542回×300000km(＝30000000000mm)＝762.6兆回の振動である。これを逆にいひかへれると、三九五兆の振動するものは吾々の眼には赤色の印象を與へ、七六三兆の振動數では紫色の感覺を起させるのである。吾々の聽覺が音の振動の大小に從つて、音の高低を區別するやうに、視覺に於いても光の振動の多少、つまり振動數の大小によつて各色を區別することが出來るのである。振動數卽ち光線の振動時間は、プリスマによつて屈折された「度」に相當して、その屈折で

電磁波・交流波の波長一覽表



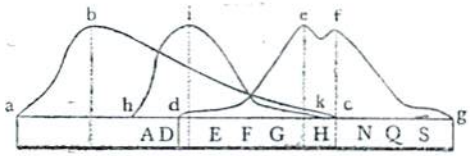
(M) はメートル法
(Å) は Angström unit 〔1Å は (10^{-8}) cm に相當する〕

は振動數が少なければ振動時間は長いのである。波長が大きくて振動數の少い赤色光線は、波長が小さくて振動數の多い紫色光線よりもプリスマの屈折の度が小さいのである。

視えない光（不可視光線）　上に述べた振動數の關係を比較考量すると、赤色と紫色との間に介在してゐる光の他に、日光分光景（スペクトルム）の中には、なほこの他に放線がある筈である。

實際、色帶の兩端にはいろいろと他の放線が存在してゐて、紫の外側には七六三兆よりも大きな振動數をもつてゐる放線があるが、吾々の肉眼には振動數に對する感覺に制限があつて、或一定の振動數に於いてのみ光として印象されるものであるから、三九五兆よりも少ない振動や、七六三兆よりも大きな振動は、吾々の網膜に作用する刺戟となり得ないのである。つまり視神經が或波長の電磁波動を感知して、色彩を感覺し得られるものであるが、赤色と紫色との各外部にあるものの波動は、感覺出來ないが爲に視ることの出來ない光として殘されるわけである。

以上のことを總括的に繰返へしていへば、スペクトルムに現れたそれぞれの色の部は、溫熱部と明輝部と化學部とに大別することが出來る。但しその境界は、互に喰ひ違つて現れてゐるものである。上圖に見るやうに、各部の曲線を構成してゐるａｂｃは溫熱部であつて、ｈｉｋは明輝部で、ｄｅｆｇは化學部となつてゐる。それであるから、例へば溫熱部にあつても他の二部を多かれ少なかれ含んでゐることになる。



この化學部の曲線は、生物學的作用に限つたものではなく、鹽化銀にも働く作用のあるものである。溫熱曲線の最高點ｂは赤より左にあつて、赤外線の範圍に最大値を示してゐる。しかし太陽のスペクトルムに於いては、溫熱作用は可視赤線に多いといはれてゐるから、從つて溫熱の絕頂は太陽の高さとともに移動するものであつて

吾々の眼に對しては、明輝の強大を誘發する附近の線に近い所である。網膜に光の作用を強く覺えさすものは黄色である。また化學部の曲線ではフラウンホーフェル線のH.の前後に最大値を示すことである。實際、太陽はこの三つのものの作用を現すが、その特徴を現すものの内にも、他のスペクトルムの性質のものが、含まれてゐることをも忘れてはならない。

熱線　不可視光線である赤外線や紫外線も或適當な方法を講ずるときは、これをよく識別することが出來る。ヘルシェルは一八〇〇年に、日光のスペクトルムに煤を塗つたり、檢温器を當てて實驗したところが、スペクトルムの種々な部位によつて、それぞれ温度の異つてゐることを觀察した。光の熱はスペクトルムの紫より赤へと行くに從つて、益々增加し、赤線の外部では赤色部よりも一層温度の高いことを知るやうになつた。今、この微細な熱線を證明するには、ラングレーの光力計即ち微熱檢測器または放熱計を用ふることになつてゐる。これは攝氏一度の百萬分の一の温熱の差でも、指示することの出來るほど緻密な計器である。ヘルシェルの實驗によると、すべての放線はなるほど測熱器には作用するとはいふものの、スペクトルムの青・綠・黄の部分はその熱の働きは僅少であつて、これに反して赤の部と赤外線の部では、熱の働きは頗る强いものである。このやうな温熱的作用から見て、赤及び赤外線を總稱して熱線と呼ぶのである。

紫外線　認識スペクトルムの他端には、或化學的物質に變化を及ぼすところの化學的な效力をもつた光線がある。今スペクトルムの青・紫色部の上に鹽化銀紙の一片を置くと、その色の上だけではなくて、その域外でも紙片の著しく黒變することが解る。また日光を石油の上に落してスペクトルムの現象を起さすときは、石油は外觀上何の變りもないやうに思はれるが、紫の部に於いては青色の微光を放つやうになる。これは紫線の作用によつて、發光即ち螢光したものである。この螢光は認識スペクトルムの紫色の端から、遠ざかるに從つてだんだん强い光を放つもので、その長さはす

べての認識スペクトルムの長さと同じである。であるから紫線の外側では、吾々が色として認識した光よりも、一層強くプリスマに屈折する太陽の光の放線のあることを知ることが出來るのである。このやうに紫線の外方にあつて強く屈折された放線を紫外線といつてゐる。

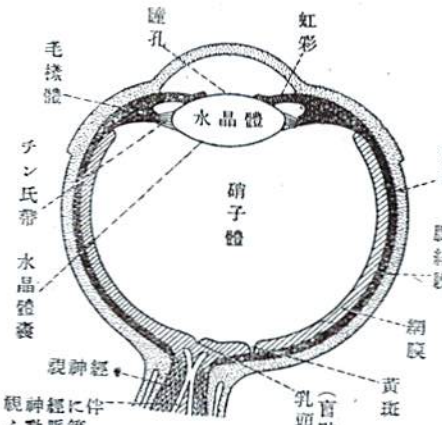
紫外線は肉眼で見ることは困難であるが、或化學的作用によつてこれを認識することが出來る。すべて光熱の働きを測熱器で計つてみると、それは極めて微弱なもので ある。殊にそれが黄・藍・紫の線になると更に甚だしい。しかしながら、藍や紫の放線が鹽化銀紙や石油に或作用を起したと同じやうに、この紫外線も亦特殊な化學物質に對しては、驚くべき作用をする力をもつてゐる。絲・藍及び赤線も、或適當の物體を與へると、また化學作用を促すことが出來るものである。この意味に於いて、すべての認識放線は化學力をもつてゐるわけであるが、ただ藍・紫及び紫外線は、他の放線に較べてその化學作用が甚だ強大である。この強大な放線、つまり藍・紫及び紫外線を名づけて特に化學線と總稱してゐるのである。

肉眼で認めることの出來ない放線の量といふものは、非常に多いのである。その量や太陽スペクトルムの全長を、計らうと思へば、既知の各放線の波長と比較することが、最もよい方法である。肉眼で見ることの出來る認識スペクトルムは、一糎の六億六七〇〇萬分の一から、四億〇二〇〇萬分の一までの波長をもつた放線である。即ち赤線は前者の波長に、また紫線の最外層は後者の波長に該當するものである。肉眼で認められない紫外線は、日光スペクトルムでは、約八一〇〇萬分の一糎の波長で、赤外線の長さは認識スペクトルムの長さの數倍に達してゐる。紫外線のスペクトルムの長さは、認識スペクトルムの長さと同じでその間には四億一二〇〇萬分の一糎から、二億五〇〇〇萬分の一糎までの波長の放線が存在してゐるのである。

紫外線の最外端を尋ねると、或所に於いて波長は細微となつて、電磁振動の特性を現して來るのである。即ちレントゲン線がこれである。

このレントゲン線の發生は、殆ど光の速度に等しい陰極線の電子運動が、硝子壁によつて突然遮斷せられて發生するもので、陰極子の衝突の爲、エーテル内に起る一種の電磁波動と考へられるものである。そしてまた、このレントゲン線に類してゐる放射線を發生する高原子量の元素は、ラジウムであるといふことをキューリー夫妻によつて發見せられた。このラジウムから出る放射線には、三つの種類があつて、α・β・γ線といつてゐる。その中で生物學上に必要で、レントゲン線に一番近いものはγ線である。これは最も透過力に富んでゐて、三〇糎の鐵板をも貫通する性質をもつてゐる。そして醫學上、癌腫などの惡性腫瘍の治療に主として用ひられてゐるのはこのγ線である。

吾々がこれ等赤外線及び紫外線を識別出來ないのは、眼がそれの識別に適ふやうに構造されてゐないからである。前述のやうに、一秒間に四〇〇兆以下の振動と、七〇〇兆以上の振動とを持つたものは、眼の網膜に達してこれを刺戟して、光の感覺を起



圖型模の斷橫球眼

させる作用をすることが不可能である。これはその放線が眼球の角膜や、硝子體や水晶體に殆ど吸收されてしまつて、網膜にまで達しないからである。

光線の吸收　各屈折・波長・振動にも異同があつて、檢熱器や化學的物質に對する效果にも相違のある放線は、その吸收に於いてもまた同じではなく、その作用も異つてゐるものである。光學の原則によると、放線の作用は吸收せられた能力に正比例して、吸收せられた光線のみが作用を現すものである。すべて光の物理的及び生物學的現象は、この法則によつてよく說明することが出來るのである。日光の認識放線が、吾々の眼の角膜、結晶體及び硝子體を通過

して、眼底の網膜上に達すると、網膜の細胞に吸收せられて、そこに初めて特殊の作用を起すものであるが、吾々はこの吸收と作用の結果として光を感覺し、物體を認識することが出來るのである。眼球には光線を悉く吸收する能力はあるが、それは悉く一樣ではなくて、甲は自身に適當な光線だけを吸收し、乙はやはり自分だけに相當した光線を結合するのである。換言すると、化學線は或化學物質に吸收せられて、その化學作用を現すけれども、熱線の方はこの化學物質には僅かに吸收せらるるか、または吸收されない爲に、その作用も僅かに現るるか、或ひは全然現れないのである。眼に視えない所謂不可視光線とは、眼底に到達するまでに、早くも中間體に吸收せられて、網膜に作用せずに抹殺される光線をいふのである。すべて放線が或作用を現すには、これを吸收する物體がなければならないのである。そこでこの吸收といふ物理的現象を理解し易くする爲に、ここに一つの實驗を引例しよう。前に述べたやうに、日光がプリスマを通過して白壁の上に放射すると、七彩のスペクトルムを現すが、今若

し日光とプリスマとの間に、赤い硝子板を置くときには、壁の上には唯赤色のみが現れて、他の色は拭ひ去られたやうに消失してしまふ。これは赤色の硝子板では、太陽の白光から唯赤い光ばかりを通過させて、他の光を悉く吸收するからである。これを同樣に、綠色の硝子板を赤色硝子板に換へて實驗しても、やはり唯綠色の翳だけを見ることである。その他、青色を用ふるときはただ青色の條（すぢ）のみが現れるなど、これみな硝子板自身の色以外の他の放線を、悉くその著色硝子板に吸收してしまふからである。今度は白壁の代りに赤色紙を用ひると、その上に現れるスペクトルムは赤色ばかりであつて、黄色紙のときには黄色、青色紙のときには青色のみを生じて、他の光の色を見ることが出來ないのである。このやうに著色硝子板をプリスマの前に置いたときと、有色紙を用ひたスペクトルムとの二つの實驗に於いて、同一の結果を知ることが出來た。卽ち、日光に照された色紙は、吾々にそれ自身、特有の色（赤なれば赤）のみの印象を與へて、白色光に含有されてゐる他の色を悉く吸收するのである。いひか

へれば、つまり固有の色（赤なれば赤）の放線だけが反射されて、吾々の視覺器官を刺戟するのである。また、有色硝子板の實驗によつて知られたやうに、すべて物體から反射する放線も物體自らを通過した放線も、ともに吾々の眼に色の感覺を喚び起すものである。普通の無色の硝子が透明に見えるのは、すべての放線を悉く通過させる爲であつて、表面粗造な物體は、投射放線を悉く反射するから白色の印象を與へるのである。黑色に見える物體は、スペクトルムの色の全部を吸收するからである。このやうに眼に映つる色の感覺とは、要するに輝く光のスペクトルムに包含されてゐる色が、物體の放線吸收性に結び合はされた關係の消長に過ぎないのである。それで物體は光源中に潜在してゐる色だけを示すものであつて、赤色硝子が赤く見えるといふのは、その硝子を通過して來る光、または反射する光に、赤色光線を潜在的に含有してゐることを物語るものなのである。今試みに赤色紙を黃色放線ばかりの光の中に照明すると、黃色放線は赤の爲に吸收されて、ちやうど赤色紙の上にスペクトルムを投影したときの實驗のやうに、その光は吸收せられて黑色に見えるのである。同一物であるに拘らず、これを日中に見たときと、蠟燭の光や電燈の光に照らして見たときとでは、それぞれ異つた色を現すのも、全くこの理によるものである。それ故に、物體固有の色として、最も正確なものを定めようとする場合には、無數の放線の結合してゐる太陽の白色光に賴らなければならない。吾々の周圍の事物は、それぞれ放線の吸收力を異にしてゐて、或物體は自身に適合する一放線を吸收するけれども、或ものは同時に多種の放線を吸收し、また或ものはスペクトルムの一區劃を悉く吸收するなど、その物の固有性に應じてそれぞれ違つてゐるものである。そしてその物體の吸收力も、色の物理的性つまり單純色であるか、複雜色であるかによつて相違するものである。多くの色は互に混色することが出來る爲に、諸種の色が相抱擁してゐても單純な一色のやうに印象されることがある。例へば藍色のやうなものは、吾々の視覺には單純な一色に映じてはゐるが、決して單一色ではなくて、實は赤・黃・綠の色調が混合加味さ

れたものである。

スペクトルムの分解　物體の色の組成、例へば赤い液體の赤色、青色硝子板の青色または煌々たる瓦斯の光には抑々どんな色が含まれてゐるものであらうか。卽ちこれを知つてその放線の性質を檢べようとするには、スペクトルムの分光によらなければならない。かうして初めてその物體から發する光の種類を、最も精確に鑑識して、スペクトルムのどれがその物體に吸收せられてゐるかを、明らかにすることが出來るのである。スペクトルムの分解及び光の吸收研究は、科學的知識の重要な一地位を占めるものであるが、ここにはその詳說を避けて、ただその知識から得た實驗の二、三だけを擧げるに止めて置かう。

白金の針金の尖端に食鹽の塊を著けて、これをブンゼン燈の火焰の中に入れると、燃えて純黃色の光を發するであらう。これが所謂ナトリウムの光である。この光を更にプリスマに通過させて白壁上に投射すると、前に實驗した日光の分解のときと同じやうに、その投射は鮮かな黃色の條となつて現れるのである。今そのナトリウム光に電氣弧燈のやうな白色光を投じて、壁上にスペクトルムを投影してみると、前の黃色の線條は黑く變ずる。

これは食鹽のナトリウム蒸氣が、灼熱してゐる炭素棒の光から黃色を吸收して、他の放線を通過するからである。これはキルヒホッフの定律「物體は自己の出す光を吸收す」といふことに適ふものである。

このナトリウムと同樣に、どんな物體でも燃燒させて蒸氣または瓦斯狀となると、スペクトルムにその物の固有の色彩を以て、明かに一定の放線を投影するものである。今數種の物質からなつてゐる物體を蒸發させて、スペクトルムで檢べてみると、各物質は本來の色彩を現して、ここに數條の異つた美しい線を見ることが出來る。そしてその各線は一定の位置を占めてゐるものである。太陽や電氣の光のスペクトルムになると、明るい線ではなくて、却つて黑い線が現れて來るものである。これはこれ

等の光源が、すべての物體から發する光を吸收する爲である。これを名づけて吸收線といつてゐる。

日光のスペクトルム　日光のスペクトルムを白紙に投射すると、種々な光が連續して現れるが、實際の日光スペクトルムとは多少異つてをつて、各色の間には多數の暗線が介在してゐるのが見える。これをフラウンホーフェル線といふのである。

更にこの線の重要なるものには、ABC……等の符號をつけてゐるが、その中でABCの三線はスペクトルムの赤色部に、二重D線は橙と黄の間に、F線は綠と青との間に、二本のH線は紫色部に介在してゐる。そしてその暗線には或ひは廣いもの、或ひは狹いもの等があるが、何れも前述のやうにスペクトルムの吸收現象に過ぎないのである。

太陽及び地球上の雰圍氣に含有されてゐる瓦斯や蒸氣は、白熱した太陽スペクトルムの一部を吸收する爲に、前のやうな吸收線を生ずるのである。それはかの電燈の光をナトリウムの焰に通過させて、黑線を生じたのと同じ理によるものである。

葉綠素と血色素　有色の物質はスペクトルムの一部を吸收するだけではなく、他の部分をも同時に吸收するものであつて、例へば葉綠素や血色素のやうなものである。今、綠色植物の葉を通過する光のスペクトルムは、前述のフラウンホーフェル線のBとCとの間に、幅廣い黑線を作るばかりではなく、藍と紫との所も消失されるものである。これは植物の色素である葉綠素が、赤の一部と藍紫の全部を吸收する性質をもつてゐるからである。また、血液の色素である血色素のスペクトルムは、DE線の間に二條の幅廣い吸收線を作る。また酸素を失つたヘモグロビンのスペクトルムは、黃と綠との間に吸收線が出來るのである。

水・硝子・石英　この僅かな例證に於いても、各々の物體がそのスペクトルムの色帶に對して、吸收力の互に異つてゐることを知ることが出來た。しかしそれは眼に視える放線だけではなく、肉眼で見ることが出來ない部分にも、同じやうな吸收現象が

存在してゐるのである。日光の紫外線のスペクトルムは、無數の吸收線をもつてゐることで非常に興味のある現象である。或物體は赤外線・紫外線の全部を吸收するが、また或物體はその一部だけを吸收する。例へば、水は赤外線と赤線を僅かだけ吸收するが、化學線つまり紫外線を通過させるものである。また硝子は著しく紫外線を吸收するものであるから、紫外線を利用しようと思ふ場合には、普通の硝子製レンズでは吸收されて何の役にも立たない。從つて硝子の代りとして少しも紫外線を吸收しない石英を用ひるのである。

雰圍氣　空氣は赤外線と紫外線をともに吸收するものであるが、その吸收の割合は一樣ではなくて、太陽のエネルギーの多寡とか、檢査する場所の地理的關係とか、四季の變化などに應じてそれぞれ相違するものである。單に一日のうちでさへも、日光の强弱や氣壓・溫度等に左右される爲に、各時刻によつてもその差異を生ずるのである。空氣が塵埃その他の微細な固形體を混じてゐるので、太陽の光のエネルギーもこれによつて、幾分か失はれるものである。そしてその弱められる「度」は、各放線によつてまた異るものであつて、波長の長い放線は短い放線よりも、吸收されることが少ないのであつて、また太陽の光が、地球に達するまでに障碍物の多いほど、化學線の含有量も減ぜられるが、熱線はその影響を受けない。太陽が水平線に近づくと、その光は赤色に富んで化學線が乏しいものである。よく吾々の肉眼に對して、太陽がその位置によつて異つた色に映るものは、今述べたやうな關係によるのである。若し、氣界外に佇立して太陽を見ることが出來るものと假定すると、その光は波長の短い藍・紫・紫外線に富んでゐるから、藍色の煌々とした大光球として見えることであらう。しかし實際地上に佇んで見る吾々には、太陽が地平線に近づくときに赤色と觀じ、中天高く揚がるときは、白光燦々とした手掌大の球として仰ぎ見るのである。これは太陽の光が地上に達して、吾々の肉眼に映ずるまでには、屈折力の强い紫外線は既に夥しく消失されてしまつてゐるので、地球の表面に達したときには、もう白熱電

燈よりもその紫外線の量が少ない爲である。地表に近い空氣は非常に密であるから、從つて光も驚くほど多量に吸收される理である。雰圍氣の廣大さに比べたら、海拔幾千米の山上といつても、その高さは洵に眇たるものではあるが、それでも日光の强度や成分が、地上よりも夥しいことが知られる。實に地上では最も好適に實驗することが出來ても、日光のスペクトルムの三〇億萬分の一種の波長以上を知るに由ないものである。

光源　日光の光學的研究がなかなかうまく行はれないといふのは、天候の加減とか、常に變化しない一定の强度を保ちがたい不便とかの他に、化學的作用に富んでゐる波長の短い放線を、含むことが少ない爲にもよるのである。それで光の生物學的研究には、他にもつと適當な光源を求めなければならないのである。

その光源にもいろいろと種類がある。第一は太陽から送られた光を粗雜な表面に受けた後、これを更に他の方面に反射する月・遊星・地球のやうなものがそれである。また雲・空氣・地上の物體なども、それぞれ光を反射して瀰漫させるもので、それは吾吾が一口にいつてゐる「空の明り」である。「空の明り」は吾々の視覺には太陽からの直接の光に比べたら、問題なく薄弱に感ぜられるので、固より太陽の光の代用となり得るものではない。

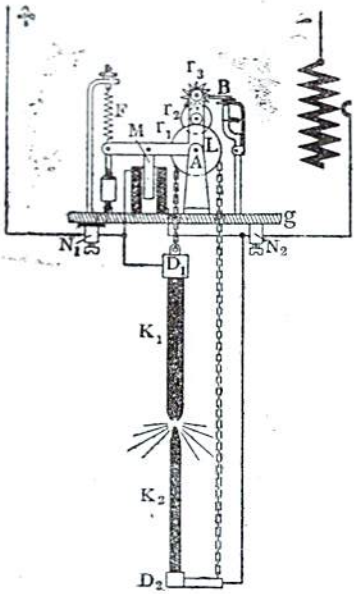
吾々は光源體の光の强度を研究するに當つて、その含有されてゐる放線の種類をも知らなければならない。そして光源が網膜や、寫眞版・植物の葉綠素・動物の皮膚・細菌に對する作用は必ずしも一律の關係を以て結ばれてゐるものではない。

加工光源　加工光線といふのは、太陽の直接の光とか、その射光で輝く光ではなくて、或物體自身が灼熱して發光するものをいふのである。加工光源はその光體によつて、光の組成と放線とを異にするものであるから、勢ひその作用や性質も亦同じものではない。或光源には物體を明瞭に見ることの出來る特點のあるものもあれば、また或光源は特に赤線と赤外線が多量に含まれてゐるので、主として放熱の目的に利用せ

られてゐるものもある。例へば大型石油ランプのやうなものは、その放光の性質が屈折率が弱いのである。

また特に化學線に富んでゐるものがある。例へばズルモンドの石灰弧光燈の光、コイルの火花のやうなものはそれである。特に後者は紫外線を多量に含んでゐる爲に、紫外線の應用に供せられることが多い。それぞれの光の集成されたものは、發光體の溫度にも左右せられるもので、鐵片を溫めると肉眼では見えないが、波長の大きな赤外熱線が生じて、その鐵片がだんだん加熱せられるに從つて、熱の一部は光のエネルギーに變化して、赤外線の外に、今までは見えなかつた認識赤色線をも生ずるやうになり、鐵片の灼熱がいよいよ高くなれば、この色彩は益々鮮かに且つ強くなつて、黃赤色・黃色・綠色・藍色の線が混和して來るのが見られるであらう。なほこの上溫度を高めると、認識の明確な波長の短い線はやがて白熱して、ここに鐵片は太陽の光を含むすべての放線を放射し、更に波長の短い紫外線に富むやうになるのである。

次に弧光燈も亦紫外線に富むものである。今、二本の炭素棒を上下して、それに強い電流を通ずると、炭素棒は數千度の高溫をもつた弧光を發するやうになり、電流の強さに應じて溫度が高まつて、その光の波長も短い放線が多くなるものである。



弧光燈の機構

K1, K2 は炭素棒
N1 は陽極
N2 は陰極

A, B, L, M 等はそれぞれの調節器である。

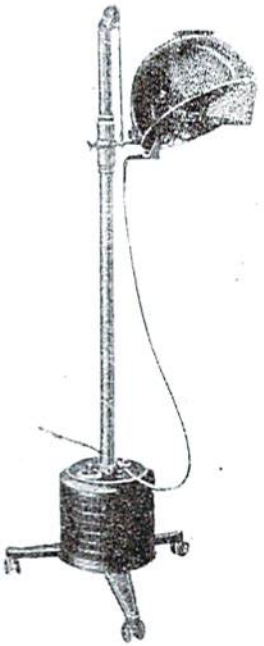
弧光燈を下方から仰ぐと、その紫外線のスペクトルムの強さは遙かに日光を凌駕して、更にそのスペクトルムの外端には、太陽にもないくらゐの屈折率の大きな、そして波長の短い放線のスペクトルムをもつてゐる。それ故に弧光燈では電流の強さを加減したり、適宜の太さの

炭素棒を選んだりして、弧光の強度を調節することが出來るのである。電氣の灼熱ランプ、卽ち電燈ではその物質の灼熱してゐる溫度は、比較的低いものであつてその放線は熱線と眼に見える放線である。また弧光燈では炭素の代りに鐵ですることは、更に波長の短い紫外放線に富んだ強度の非常に高いものとなる。灼熱してゐる水銀蒸氣も、亦夥しい紫外線をもつてゐるものであるが、光の生物學上の實驗に、この水銀蒸氣によつて發生する紫外線を應用しようとすれば、これを通過させる性質のある材料で、ランプを作らなければならない。

今日、加工光源として廣く一般に使用されてゐるものは、紫外線を多分に放射するものである。勿論紫外線は健康上、重要の働きをするからである。

この光源の初めはフィンゼンの考案した所謂フィンゼン燈、つまり弧光燈であつたが、わが國を初め歐米の各國では、今は水銀蒸發によつた光燈を多く利用してゐる。國民學校を訪問すると、よくこの光燈を備へてゐるのを見受けるのである。この光源からは紫外線を多分に含んでゐる放線が出る。これがその特性であつて、日光のスペクトルムと比較すると、すぐに認識し得られることであらう。

一般に廣く使用されてゐる水銀蒸發による光燈の裝置は、眞空管が石英製でその兩端には水銀を入れる溝があつて、この溝の中へ導線が挿入され、更に石英燈の末端外部には板金が放射狀に並んでゐるのである。この板金は具合よく放熱に役立ち、石英管の過度の熱を避けるやうになつてゐる。石英管の長さは一二糎と六糎の二種で、管内は無論眞空である。



人工太陽燈

そしてこの發光管は大きな金屬製の帽子に包まれてゐて、光を一方的に強く反射させる。このやうな發光器を一般には人工太陽燈と呼んでゐる。

弧光燈に比べるとその使用法が簡易であり、また使用電流も僅かで濟むものであるから、經濟上からも賞用せられてゐる。

この石英燈は紫外線の量も多いが、熱線もかなり放射するので燈を身體に近づけることが出來ない。しかし微光放電に立脚した發光管として、アルゴン瓦斯を封入した石英管が發明された。從つてこの發光管にいくら觸れても、僅かに溫みを覺える程度に過ぎないものであるから、皮膚に直接接觸させて用ひられるやうになつた。

單色光　これは有色スペクトルムの一定の放線だけを出す光のことであつて、最も簡單に實驗しようと思へば、光度の強い弧光燈の光を、吸收狀態の既知の色液に通過吸收させるのである。例へばフクシンは七億六一〇〇萬分の一糎から、六億五六〇〇萬分の一糎の波長をもつた赤色線を通過させ、また硫酸銅のアムモニア溶液は五億萬分の一糎の波長のものに及んで、少量の綠色線と大部分の藍と紫色線とを通過さすものである。加工著色の硝子板を用ひて、その單色光の性質をスペクトルムで檢査して初めてその目的に適ふのである。

光の強さ　光源の性質、つまりその光がどのやうな線から集成されてゐるものか、またその數量的關係がどうであるかを考へなければならない。普通吾々が實驗に用ひてゐるものは、主として光の強いものである。光が強くて光學的に働きのある光の化學的作用といふものは、弱い光に比べて量的にも質的にも異つてゐるものである。生物學の實驗に用ひる光源は、出來るだけ強くなくてはならない。そして光の強度といふものは、すべて光源に近づくに從つて增加して、その作用も明瞭に且つ強大になるものである。

これは「光の強さは距離の自乘に逆比例する」光學原則を立證してゐるものである。光源を最もよく利用しようと思へば、その光を集合することである。今、光源との距離を著しく縮めて集合レンズで光を集めると、溫度が非常に高まるものであるから、試驗に際しては熱線を除く爲に、冷却裝置を必要とすることがある。

光は以上述べたやうに種々な放線からなつてゐて、その作用は放線が或物質に吸收せられることに關係するもので、またその照輝線・化學線・熱線の綜合してゐることそのことは、種々なエネルギーの轉換を起すものである。

狹義の意味の光　肉眼で見える光つまり光の刺戟によつても視覺は、物理的或ひは生理的光學の研究範圍である。光の生物學上の問題の中で、第一に重要なものは光の化學作用で、化學線とその特殊の性質は、光の生物學研究の根柢となるものである。光の熱作用はまた吾々の專門的研究にも深い關係があるものであるから、化學線・熱線がどうして同一の光源から同時に放射されるのか、また光のスペクトルムでは熱線と化學線とが、どんな交涉があるのかといふやうなことも知らなければならない。

しかし吾々にとつて熱作用の問題は、やや單調なのに反して、光輝の問題はどんなにか興味深いことか、これこそ吾々の知りたいと思ふところである。

光は既に記したやうに、すべての生活體に對して深い關係をもつものであるが、かのスペクトルムで眼に見える放線、若しくは眼には見えなくとも化學的作用をする放線はこれを狹義の光といつてゐる。光の光學作用は最後に化學的に變化して、エネルギーの轉換はやがて熱の發生を伴ふものであるが、化學的に作用する放線は熱を奪ふことが出來ないのである。光のエネルギーが或ひは機械的仕事に、また或ひは音の振動に、或ひは電動等に變換せられることは、研究の對象として吾々には意義の深いものである。

化學作用　光の化學作用も、化學線を吸收することの出來る物體の存在を待つて、初めて現れるものである。このやうな物體を「感光性が強い」といふのである。そしてその物の感光性といふのは、それ自身の化學的性質によるものである。

光の化學作用は亞麻布或ひは臘の漂白、染物の褪色、水彩畫の變色、木材の變色などによつて知ることが出來る。光が作用してかうした變色をするのは、主として酸化作用によるものであるが、また一面光自身の還元作用にもよるのである。寫眞に利用

される銀のハロイド化合物は、強い屈折光線を吸收し分解して黑變してしまふ。また鹽化銀紙の上に、木の葉のやうな薄い物を置いて日光に當てると、木の葉に被はれてゐない部分は黑變して、被はれた部分は變化せずに木の葉の形を白く殘してゐる。

寫眞版に像の現れることなども、その撮影された物體が寫眞版の臭化銀膜に當つて變化を起す爲である。つまり銀の化合物が撮影物の表面から照された光によつて分解されるのである。この場合、照された物體から放射した光が、各々その強さに應じて銀の分解作用を起さすのである。光を受けた乾板を寫眞機から取りはづして現像する前に見ても、何の變化も認められない。その現像するのは光に當つた後のことで、それを一定の液に浸して處置して、初めてその部分は黑變して現れるものである。勿論その黑變の調子の度は、光の強さに比例して強く現れるのである。そして現像されたものは陰畫といつて、その暗い部分こそ實は明るい部分で、明るい所は實の暗い所なのである。銀鹽類の分解は投射した光によつて起り、乾板銀鹽は光の投射せられた瞬間に、強く屈折する放線を吸收し、これに或液を加へたときに、初めてここに分解、つまり還元せられる能力を現すものである。この場合の光の作用はちやうど化學の觸媒體の作用に相當するものである。觸媒體とは自身に變化を起すのではなくて、他の物に觸れて初めてそこに一定の化學作用を、誘發さす働きを持つてゐるものをいふのである。

その他、光の爲に固有の色が變じて、全くそれ自身とは異つた物理的、化學的の性質を帶びるやうになるものがある。例へば黃燐が光を受けて赤燐となつて、全くその性質を變へるやうなもので、沃汞も亦光に遇つて深紅色に變ずるのである。なほこの他殊更には化學的變化を起さないが、光の爲にその色を變ずることは、殆どすべてを通じて同樣の事實である。中にも植物界に於ける光による化學的分解は重大で、また興味の深いものである。

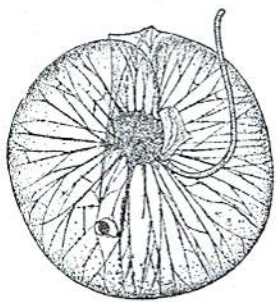
螢光　植物界での光による分解を觀察し、光の生理的作用を研究する前に、一つの

特殊なエネルギー轉換現象を知らなければならない。それは生物學の研究に大分注意を促した螢光といふ一現象である。度々記したやうに、太陽の光には肉眼では見えないが、しかしプリスマに強く屈折する放線のあることである。石油が光體となると藍色になり、またその石油の上に日光を直射すると、普通には弱黄色に見えた石油も美麗な藍色を呈するやうになり、また水中に數片の七葉樹（とちのき）の樹皮を入れると、それに含まれてゐたエスリンは水に溶けて變色はしないが、日光がその液を直射した場合に淡藍色の輝きを見せる。硫酸規那の酸性液もやはりこれと同じ作用を現すものである。この他植物の葉を細くして酒精に浸すときは、液に溶けて綠色に見えるが、これを日光に直射すると深紅色に燦くやうに見える。單にこのやうな液體ばかりではなく、固體の上にもこの現象が現れるものである。或種の螢石を日光に透せば、藍色に煌くものである。この光の現象を螢石の學名から採つて螢光といはれてゐる。青化白金はレントゲン放線を受けて螢光を發するものであつて、廣くレントゲン診斷に用ひられてゐる。普通汚れてゐない黄色の青化白金紙にレントゲン放線を當てると、明かな淡綠色に燦くものである。螢光といふのは放線が或物體に吸收せられて、物體自ら發光する特殊の現象をいふものであつて、特にレゾルチンフタレインとその鹽類色素は、美しく且つ鮮かな螢光を放つものである。その酸類をフリューオレッセインと呼んでゐる。今その一塊をアルコールに溶解させると黄赤色となつて見えるが、日光か紫色線かに曝すときには、綠の美しい螢光を放つやうになる。アトラブロームフリューオレッセイン及びエオジンの液も亦螢光を放つものであつて、エオジンで染めた絹は特殊の黄赤色の螢光に煌くものである。この他ウラニン・エリトロジン・ローザベンガーレなども螢光物體である。

螢光發作のときに行はれる吸收作用は、次の實驗で知ることが出來る。今、石油か或ひはエオジン液を容れた第一容器に太陽の光を通過させ、その第一容器の後に同じ液を充した第二の器を置く。すると第一容器に見えた螢光現象が、第二の方では全く

起らない。これは第一容器の液に放線が投射し、吸收せられて螢光を發した爲に、放線はもはや第二の器に達しないのである。いろいろな螢光性物質は、またいろいろな放線を吸收するから、螢光現象は一定の放線に限られるものではない。その吸收の如何によつて、また物それぞれに應じて、綠線・赤線・紫線・紫外線が別々に働いて、各自の螢光を現すものである。石油のやうな無色或ひは弱黃色を呈してゐるものや、七葉樹の樹皮のエスリン、またキニーネ液などは弱い紫線とか紫外線を吸收すると、殆どみな無色に見えるが、非常に強く屈折する放線が働く場合には螢光を放つものである。葉綠素はそのスペクトルムで實驗したやうに、赤色放線の一定のものを吸收する爲に、赤線で螢光を放つものであつて、エオジンは綠線を吸收するから、綠線で螢光を放つ作用をもつてゐるのである。

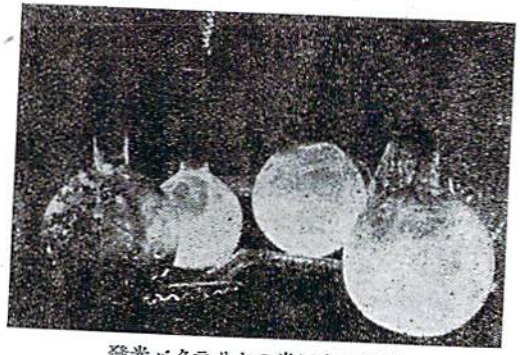
螢光は單色でなくて複色であるから、プリスマで分解することが出來る。多くの螢光はこれを發作させる光線よりも、屈折角は小さく波長は大きいものである。しかし中にはこの反對に、屈折角が大で波長の小さなものもある。例へばナフタレン赤は赤橙色放線で螢光を發するが、更に强く屈折してゐる黃と黃綠放線を含んでゐるものである。



蟲光夜を發する光

燐光　螢光とやや似て異つた光の現象に燐光といふものがある。その名の示すやうに燐の性質によつて空氣中で放光するものである。光を吸收したり、また光を受けたときは微光を放つものであるが、これはすべて酸化作用によるものである。燐は空氣中では徐ろに燃燒して、燐酸となつて微光を放つものである。腐朽した木とか、屍の腐敗したやうな有機物などが燐光を放つのも、亦この緩やかな酸化に起因し、また燐光菌のやうな發光バクテリアの作用によるものもある。かの海水の發光もこの燐光菌や、その他の發光體の存在したときに現れるもので、實に吾々に幽

玄な海の神秘を物語るものである。固より、燐光は酸素との間に深い默契のあるものであるから、その空氣を含まない海水ではすぐに消失するが、空氣を含むことの多い水中では、容易にその放光を弱めるものではない。このやうに燐光菌は放光作用をもつてゐるものであるから、その燐光菌を培養して一緒に集めるときは、ここに比較的強い光を得て書を讀んだり、撮影したりすることさへ出來るのである。螢の光もこの細菌の光と同じいもので、かの螢火の下で書を繙いた車胤の故事も、單に讀書子の詩情を唆るものとして偲ぶばかりではなく、更に吾々はそこに微妙な科學の一面を、窺ふことの出來ることを忘れてはならない。



發光バクテリヤの光による照明

發光石　炭酸石灰・アルカリ土類・カルシウム・ストロンチウム・バリウムなどの硫化物は、酸化作用がなくとも燐光を發するものである。これ等の物を太陽の直射する場所、または單に明るい場所へ數時間曝して置けば、適當な蓄光器となつて夜陰や暗黑の中で、數時間乃至は數日間も放光するものである。しかしこの燐光は實に微弱なもので、その多くは肉眼では見えがたいもので、寫眞板に辛じて感光するくらゐのものであるが、アルカリ土類の硫化物から製した發光石とか、發光粉とかになると非常に強い光を放つてよく讀書さへすることが出來る。その放光の性狀は、發光物體のうちに混在してゐるウラン・蒼鉛・マンガン・銅などの性質に基くことが解つた。放光の色は發光體に含有されてゐる諸物質によるものである。そしてニッケルや鐵の混和物は燐光を弱めるものである。

蓄光器に光を貯へて微光を放たさせるには、日光・弧燈・アウエル灼熱燈・水銀石英燈などの光源を用ふるのである。しかし一口に光源といつても、紫線や紫外線のや

うな屈折の強い放線を用ひた場合は、放光體の燐光作用も至つて強いが、これに反して屈折の弱い放線を受けたときは、燐光は却つて碍げられることが多い。このやうに燐光が屈折する「度」の少ない放線によつて減殺されるといふことは、科學上實に興味の深い現象で、これはつまり放線が燐光體の燐光放線を吸收することによるものであらう。そしてその燐光を吸收する放線は、赤外線のスペクトルムにまで達してゐるのである。シュレップェルが發見した動物の血液とその組織での燐光は、生物學上の研究に特殊的意義のある物理的現象である。

第三章　植物に及ぼす光の作用

光の生理的作用を知るには、植物に對する光の影響を研究するのが一番その捷徑である。事實、光のやうに植物の成長や、枯死の消長に關して、絶大な主權を握つてゐるものが他にあるであらうか。大は鬱蒼として村里を覆ふほどな神樹から、小は岩間の差づかしさうな一莖の草に至るまで、すべて植物といふ名に繫がれてゐるものの生命は、悉くこの光——廣義に於いての光、つまり太陽のエネルギーに無關係ではあり得ない運命を持つてゐる。すべての有機體が、その存在の根本條件が一定の太陽熱である通り、植物もそれ自身の健全な成長は亦やはりこの太陽熱によらなければならないのである。植物には各自にその個性に應じて必要な溫度の制限があつて、もしそれが高きに過ぎたときでも、低過ぎたときでも、やはりその生存が阻止されるものであ

る。そして熱とともに重要なものは、植物に及ぼす光の化學力である。

葉綠素の生成　クロロフィルは光によつて造られるといつても過言ではない。またな影響を光から受けてゐるのである。かのヘモグロビンが血球と結合してゐるやうに、窒素を含む植物の綠色素は、動物の血色素が光に關係するのと全く同じやうに、微妙に、クロロフィルは葉綠體と結合してゐるのである。しかしそれは液體としてであるか、或ひは機械的に、または化學的に結合してゐるかは今の學說ではまだ決定されてゐない。ただ葉綠體が光を受けて綠色素を生成するといふことだけは、もはや疑ふことが出來ないまでに確實である。つまり葉綠體には色素が含有されてゐるが、若し植物が天日を仰ぐことの出來ない暗い場所に生えたときには、クロロフィルを造らないばかりでなく、却つてこれを失つてその色も青黃色、または臘のやうな黃色とか白色に變つて、遂に褪色の狀態に陷るものである。このやうな暗所の植物や光を受けない植物の一部分には、葉綠體に含まれてゐる葉綠素の代りに、エチオリンといふ黃色素をもつてゐる。かの日蔭草が普遍な日光を受けられないで、ちやうど痛ましい病女のやうに喘々として、その葉も莖もともに悲哀を象徵する淡い黃色に褪色してゐるのは全くこれが爲である。けれども一度これを明るい場所へ移して、太陽の光を潤澤に浴びさせると、今度はエチオリンはクロロフィルに變じて、見る見る綠色を帶び元氣も旺んに、見榮えある植物となるであらう。しかし餘りに長く暗所に放置した植物は、遂に恢復の見込みがなく、衰れ彼は永遠に呪はれた植物となり終らなければならない。實に光の力も亦偉大ではあるまいか。麗かな五月の太陽を滿身に受けつつ、滴るばかりの翠綠に威容を調へた植物の新葉も、その實、結局は葉綠體が單に太陽の光を受けたといふ事實に過ぎないのである。しかしそれは植物の生命にとつては、實に嚴肅にして大きな事實ではあるまいか。

すべての植物はそれに好適した光を受けたときには、葉綠素が生じて綠青の色になつて來ることは、既に說明したところであるが、ここに暗所に於いても相當の葉綠素

を造る植物がある。尤も全然光の通じない暗黒な場所は問題外であるが、普通吾々がいつてゐる「暗所」、つまり光の極めて不十分な薄明の箇所を指しての場合であるが、葉綠素は實にかうした僅かな微光の中でも、眴まれるといふことが知られるのである。甚しいものになると加工光源、例へば瓦斯の光とか、石油や蠟燭の光のやうな、ほんの僅かに讀書が出來るくらゐの弱い光によつても、その嫩芽には葉綠素が生じて自然に綠色になるものがある。殊に毬果植物の子葉などは、全く光がなくても綠色が出來て、クロロフィルを作るものである。ブエッフェルは「葉綠素の生成は必ずしも光の場所を問ふものではなく、たとへ病的狀態を起すやうな不完全な暗所ででも行はれるものである」と說いてはゐるが、大體に日陰の植物も數箇月も經つと、葉綠體の褪色を見るやうになるのが普通である。ところがこの毬果植物や仙人掌などのやうなものになると、非常に強い抵抗力を持つてゐて、一箇月以上も暗所に放置してもなほ綠色を失はない。仙人掌こそその執著力が餘りに强くて、遂にその名に應はしい隱

遁者となり得ないのである。

すべて暗い場所に置かれた植物でも、まだ病的變化を起さないうちは、優に葉綠素を成生する能力を持つてゐるものといふことが出來よう。

葉綠素生成の病的障碍　葉綠素が壞されてその活力が阻止されるときは、葉の表面に白色とか黃白色とかの斑點、または線條が出來て來て、たとへ光を受けても再び葉綠素を生成されなくなる。これはその成分であるところの含鐵鹽類が缺乏するからであつて、實にこの含鐵鹽類こそ、葉綠素の生成に缺くことの出來ない重大要素である。かの稀薄な含鐵溶液が、萎黃病と名づけられる一種の植物の病を救治するのも、この理に基くものである。

秋の紅葉美をつくる雜木林の樹の葉、或ひは成熟した稻の莖が變じて黃褐色の藁となるのは、植物の生理作用ではあるが、また一面病的現象の結果ともいへるのである。葉綠素は自身の任務をなし終へて、その副產物ともいふべきキサントフィルを殘

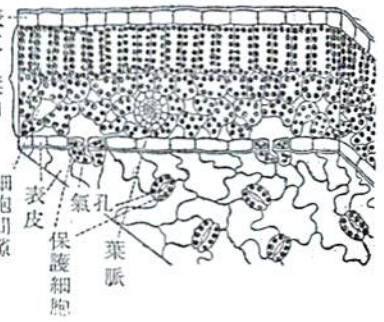
することによるからである。これは葉綠體が化學的變化をした集成物である。またかの石蓮華（いはれんげ）屬・佛田草（ほとけのざ）屬のやうな多年生植物の葉が、冬季には赤く變化するが、これもみな葉綠體が越年する爲に、その細胞液に溶けてゐた赤い色素を生成するからである。この他に明るい場所で發育しても、葉綠素を造らないものがある。これは無數の黴菌・菌類・顯花植物の中での或種ものなどである。實驗上、葉綠素の生成に及ぼす光の作用は、スペクトルムの認識部つまり屈折の少ない赤・橙・黄色線と、B・Dフラウンホーフェル線の間の光線で營まれるものである。元來この葉綠素は螢光性の物質であつて、光から赤・赤黄及び藍・紫色線を吸收するものである。從つて葉綠素の螢光は赤色に基くものであることがわかるのである。

葉綠素の作用　すべて光に左右される植物は、大氣中から炭酸瓦斯を攝取して水素と化合して、ここに初めて有機物をつくる。この際に、酸素を遊離して大氣中に放散するのであるが、この酸素は周知のやうに呼吸空氣を純良清新にするものであるから、植物のこの機能は動物にとつて最も深い恩惠である。このやうに含水炭素化合物は、植物の有機性榮養物として、植物の生活基礎となつてその生存には缺くことの出來ない大切なものであるが、それを齎すところの炭酸同化作用は、實に葉綠素と光との相互作用によつて遂げられるものである。詳しくいへば葉綠素は光と協力して植物の生命を維持しようとする爲に、日光に浴してゐる葉や莖内で同化作用を營んで、炭酸と水とによつて有機物を造つて、自身の養分にするばかりではなく、更に環境の空氣を清淨にさせるものである。酸素は炭酸瓦斯の分解によつて形成せられ、その結果まづ第一に光學的に集成されて、含水炭素化合物として出來た澱粉は、普通の植物では葉綠體の中に存在するものである。

太陽放線から吸收したエネルギーは、常に植物の榮養となつて、その生命を育てる根本の力であることは、前述の通りではあるが、植物はその上更に葉綠素で、自分に必要な有機化合物をよく造ることの出來る力をもつてゐる。それであるから地中の無

機化合物に、炭素・水素・酸素等の元素がありさへすれば、灼きつくやうな沙漠の中でも十分に繁茂することが出來るのである。

凡そ動物に必要な食物といふものは、太陽の光と植物界にある有機化合物とによつて供給せられるものであつて、すべての生物の成分は、植物が光の作用で出來た有機化合物のうちに榮養源をもつてゐる。換言すれば全生物の生命を維持する物質の轉換は、太陽の光のエネルギーと植物の體内で變化する化學的エネルギーに基くものである。有機化合物は常に新しく炭酸と水から、或ひは動植物組織の最後の溶解物から、または日光の力を借りてクロロフィルから造られるものである。そして更に微妙な宇宙は、無機體から有機體を形成して、生物に適當に消費させるやうに出來てゐるものである。自然の活動エネルギーは、いはば綠色の植物が光に基いて行ふところの同化作用である。つまり葉綠素が光に對して密接な關係を、維持するといふことによつて出來るものであるともいへる。

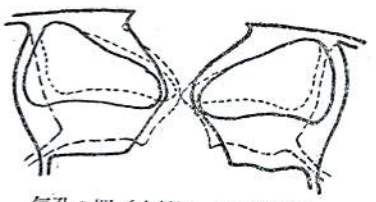


葉の斷面と裏面の構造（擴大模型圖）

同化　日光のエネルギーで、有機物と酸素とが生成される同化作用の營まれる場所は、同化組織つまり植物の綠色部である。それは植物が日光に浴するのに、一番好都合である綠の葉と若い莖などとである。そこには多數の葉綠體を含んだ海綿狀の組織を作つてゐる。殊に葉の柵狀組織は長方形で鉛直に並んでゐて、細胞の内側には葉綠體を蓄積して、光の力を受け易くなつてゐる。海綿狀組織になつてゐる細胞間には、無數の氣道が互に錯雜してゐて、それが强い光を受けるとその葉綠體は、これに應じてその位置を換へるのである。また葉の裏面から反射した光も、受入れることが出來るやうになつてゐる。

葉綠體を隨所に分布して、光を受け易くしてゐるこの裝置は、極めて巧妙なもので

ある。それが高等植物のやうに分業を行ふものでは、なほ更その構造も非常によく發達してゐる。柔軟なる嫩葉の廣く伸びてゐるのは、葉綠體を宿すのにはまことに好都合である。葉綠體の同化作用は既に說明したところであつて、葉綠素の生成には、無機化合物がぜひ必要であることも想像されることであらう。同化作用は十分な日光によつて、豐かな葉綠素を生成されるときは、特に盛んであることは、今までの諸說ですぐと理解することが出來る。從つて花瓣などのやうに赤や褐色等の色素のある箇所では、炭酸同化作用は行はれないのである。尤も山毛欅の葉は赤色を帶びながらも、綠葉のやうに同化作用を營んではゐるが、その作用は緩漫で、また實に微弱なものである。これに全く別種なものに變ずることがある。例へば青い果實が黃色に熟し、濶葉樹の葉が



氣孔の開（實線）・閉（點線）

時雨に濡れて、紅色に染められるやうなことはその一例であるが、これ等は葉綠體が赤褐色の色素體に變化した結果であつて、さうなるともはや同化作用の能力を失つてゐるときである。

光の強さ　炭酸瓦斯の分解は、瓦斯燈のやうな弱い光の下でも行はれ、また弧燈であれば一層よく行はれるが、しかしこの作用も暗い所では極めて微弱なものである。つまり同化作用といふものは、光の力が加はるに從つてだん〳〵と旺盛になるものであつて、炭酸瓦斯の分解こそ光の强度に正比例するのである。しかしこれには一定の限度がある。若しその一定の度を超過した光力を與へたときには、ただに酸素の放出を增加しないだけではなく、寧ろ却つて葉綠體を害つて、炭酸瓦斯を分解する可能性を奪つてしまふやうになるものである。それであるから餘りに强過ぎたり、また弱過ぎたりした光線は、共に同化力や榮養に害があるだけで、何等の效果もないのである。纖弱な植物があの强烈な夏の太陽に照らされて、枯死することは好適な一例とし

て吾々がよく見受けるところである。

規那の樹は強い光に對して、特殊の感光と反應とをもつてゐるものである。嘗てこの樹を南アメリカからアフリカに移植して、異域での成育を試みたことがあつたが、樹幹は母國のそれのやうに繁茂したのにも係らず、その樹皮には規那の成分を少しも含んでゐなかつたので、學者達はその現象を不思議なこととして、攻究に攻究を重ねた結果、その樹皮に寄生する苔が規那成分の生成には、缺くべからざる貴重なものであつたといふことを漸く發見した。この苔こそ規那成分の生成にとつて、有害となる光の放射を防ぐ爲であつたことがわかつたのである。そこで今度はその樹皮に防光を施したところが、極めて良好な結果を收めることが出來たといふことである。

葉綠素の光の吸收　炭酸瓦斯の分解作用を起す光線は、主としてスペクトルムの認識線である。しかしながら、更に光が組織内に透達する深さによつて、その性質も變化することについて願る必要がある。光が表面の綠色層を通過して、深層の葉綠體に達するまでには、各層に順次吸收されるから、その光の性質といふものは各瞬間毎に異つて來るものである。エンゲルマンは分光器を使つてこれを實驗したところが、葉綠體の最上層では同化力は一番強大であつて、その吸收する線は、フラウンホーフェル線のB線とC線との間のものが最も強くて、これに次いではF線とG線との間のものであつた。葉綠素の同化作用と吸收作用とは全く類似したところがある。最上層の葉綠體の次の層にあるものは、ちやうど著色紙の後にあるのと同じやうなものである。結局、葉綠素の螢光を放つ放線は、第一層で濾過されてしまつて第二層には達しないから、第二層ではB線とC線との間の放線が缺乏することになる。であるから第一層で最大であつた同化作用も、第二層の場合には同じ所でも極小となるものである。この層での一番多く同化作用を營む所はフラウンホーフェル線のD線とE線との間にある綠に近い部分である。各層に於ける同化作用の強さは、各々異つてはゐるものの、總體の同化作用を營むものは、D線附近に於いて著しい。換言すると光の同化

作用を營む最大放線は黄色部である。これは黄色線は葉綠體の深部まで透達して、強い働きをなす爲であるからである。赤色線も亦その力はなかなか強いものであるが、表面で既に消費されてしまふ。葉綠素は日陰でも同化作用の能力のあることは前に述べたところであるが、これは黄色線によつて促されるものである。

藍色線と紫色線は同化と榮養に働くことが割合に少ない。藍・紫色線または紫外線だけでは、綠色の植物は榮養の缺乏を來たし、早晩枯死しなければならない。光のいろいろな放線が、同化作用にどんな影響があるかを檢べてみようと思へば、エルゲンマンの細菌法によるのが最も便宜である。つまり腐敗菌が酸素の混在するときは、その運動が活潑となるものであるから、葉綠素の少ない細胞でも光によつて放出した酸素で、その作用を試驗することが出來るのである。

植物の成長　光がどうして植物の發育に影響するものであるかといふことは、しばしば繰返していつたことである。或植物を暗い場所へ移すときは、葉綠素とか綠色とかを失ふばかりでなく、莖・幹も細長く伸びていかにも弱々しく節間・葉柄も長く、葉も細く曲つて、莖と葉柄との割合を失つてしまふことになる。これを適度の日光に當つて、莖・幹・葉なども頑强になつて鬱蒼と繁茂して、抵抗力・支持力がどんなに强いかを誇示してゐるかのやうな植物に比較すると、まことに同日の談ではない。これを今顯微鏡でみると、後者の組織は細胞が短く、發育も佳良であるのに反して、前者卽ち日陰のそれは細胞は細長く脆弱で、葉綠體も少なく殆ど退行性的現象を示してゐる。

カミールーフランマリオンは、いろいろな色をもつたところの光線が、植物の成長に對してそれぞれどんな具合に異つた影響を與へるかを實驗した。ゲーブハルトによると、「フランマリオンは分光器でその單色性を調べた色と、いろいろな色硝子とを使用して小さな家屋を建てた。そしてその第一號には藍色硝子を用ひ、第二號には赤色硝子を使ひ、第三號には綠色硝子を欲め、第四號では無色硝子にした。ところが、藍

色硝子の室では植物の成長は遲々として非常に振はなくて、且つ相當な日時を經過しても矮小であつた。綠色の室ではやや生長の見るべきものはあつたが、それでもなほ下の方に垂れ下つてゐた。ところが赤色の室では驚くほどよく繁茂したのである。この實驗には高さ約三糎ばかりの含羞草（ねむ）が用ひられたものであつて、赤色光ではそれが四二糎に、無色光では一〇糎に、綠色光では一五糎の高さに伸びたが、藍色の室では殆ど成長を見るやうなものがなかつた。」とのことである。しかし植物一般の生活條件としては、光はさほど熱のやうに重要なものではない。光を必須としてゐる植物であつてすら、或組織には光の作用を要しないものさへあるくらゐである。現に根は眞暗な地中でもよく發育蕃殖して、光に對しては少しも幹や葉のやうな愛著をもつてゐないのである。

日毎に光を換へたり、またその強さを著しく弱めたりするやうな一時的の變化は、植物の成長にはさほど有害なものではないが、高溫度はその成長力を最も阻碍するだけではなく停止させるものである。また植物はその成長力を保つてゐる限りは、一時的陰暗は却つて生長を促進することにもなるが、しかし陰暗が餘りに長時間に渉るときは、今度は植物の感受性が無感覺になつて發育が阻止されるか、或ひはその成長が別の方面に向かふやうになることがある。

光の強さが或限度以上に昇るときは、葉綠體の組織が損傷されるばかりでなく、前に述べたやうにその成長を阻害されることすらある。大體、生長には一般的に攝氏三〇度內外を最も適當としてゐて、零度以下とか五〇度以上とかの場合は、普通成長を止めるものである。尤も異例として零度近い溫度でもよく成長する「いはかぐみ」とか、八〇度もする溫泉の中でもよく繁茂する硫黃バクテリヤなどもあることはある。普通十分に天光に浴してゐる野外の植物には、光の強さが適度を越して害を及ぼすやうなことは殆どない。しかしながら平常日陰に育てられてゐた植物が、急に強い日光に照らされるときは、その餘りにも烈しい刺戟變化の爲に、往々枯死するやうになる

ものがある。下等植物には中等度の日光にさへも堪へられないで、不成長に終るものが非常に多い。この點は後章「細菌と光との關係」のところで更に詳しく說明することにする。

開花　光はまた開花にも影響することはいふまでもない。顯花植物の或種のものには、光が不十分な爲に花蕾の發育を遲くする結果、開花期を遲らすばかりでなく、ときには全く開花せずに脫落するものさへある。しかし中には直接に光の恩惠に浴してゐなくても、花を咲かせる所謂日陰の花もある。けれどもそれ等の花色を、あの明るい陽光の下で亂舞するかのやうな豐麗な花色に較べるときは、まことに見劣りのするものである。また、たとへ同じ一つの植物にしても、その咲く花が山腹に育つて比較的多くの光に浴したものと、幽谷に生まれて淡い光で漸く咲いた花とでは、その色の際立つて違つてゐるのがよくわかる。栽培者はこのやうに花自身の光に對する反應力によつてその色合ひを變ずる自然性を利用して、いろいろと花色の變化を試みることを忘れないのである。花賣りが花の蕾を絕えず注意して、日に當てるのも今述べたと同じやうな理によるものである。

葉綠素の生成やその機能は、屈折の弱い光線に關係することが多いのであるが、その成長の方はまた反對に屈折の強い藍・紫線と紫外線とによることが深いのである。これは一見、植物の成長を遲延させる作用があるやうに思はれるが、その實、正規の發育を促進するものである。開花も亦、紫外線の働きに俟つことが多いのである。從つて大抵の花は、その開花期は光つまり紫外線の缺乏によつて遲れるものである。

光の運動刺戟　植物は光によつて運動の現象を現すものである。成長に影響を與へる光線は、また運動刺戟を促すものである。このやうに藍・紫線は植物の或組織に働いて、重力と一緒になつてそこに外形を造るものである。植物がどうして光を愛好するやうに先天づけられてゐるかといふことは、あの太陽に面した部分が、非常に旺盛に發育することを見てもよく知ることが出來よう。

日光感應或ひは向日性　一方から射込んで來る光の刺戟とか、その光量の差とかによつて生じる方向的運動を、植物の日光感應性といふのである。一方から採光した室内にある植物は、光の刺戟に應じて葉柄と莖が、光の十分な窓の方へ伸びて行かうとするのは、この理によるのである。このやうに葉は常に光の來る方向に對して直角の位置をとり、また莖は光に向けて延びて行き、一番都合よく光の恩惠に浴さうとするこの狀態を、向日性または背地性といつて、これに反した根・根莖のやうに日光からなるだけ遠ざからうとする天性を、背日性または向地性といふのである。なほ根は水分の多い方向に生長を營むものであるから、向濕性をももつてゐるわけである。

この場合に纏繞植物の蔓の旋回狀態を觀察することは、まことに興味深い問題である。この植物は一般に向日性のものであるから、日に面した側の蔓の延び方は極めて速かであるが、これに反した面は、その伸展が非常に緩かである。しかし向日性の運動は外界のいろいろな事情に順應する爲に、常に多少の變化を受けるものである。

すべて刺戟運動に見るやうな、植物の向日運動の主な原因となつてゐるものは、細胞の原形質が刺戟によつて興奮し、從つて成長力が增進され、屈曲現象を起すことによるものである。刺戟作用を説明するのに、從來は植物に日光感應官、つまり表層細胞の中にある特別の成形素によつて、營まれるものだと思はれてゐたのである。

日光感應性は光の強さに比例するものであるが、光の強さが餘りにも增加すると、普通は向日性であつた多くの植物でも、光を避けようとするものである。かうした場合には本來の向日性が背日性となるわけである。

偏光性運動　生きてゐる植物が外界の事情に應じて、能動的に運動する現象には、看過することの出來ない意義がある。すべての植物はこれによつて成長し、外界の事情にも順應して、その形を變へて行くのである。殊に興味のあることは、植物にも亦感覺があるのではないかと疑はれるやうな、所謂植物の夜間運動、若しくは睡眠運動がある。植物は日中には或ひは花を開いたり、或ひは小葉を展開したりして、營々と

して自分自身の生命を育まうとして勤勞してゐるが、夜間には全くこれ等の機能を閉止してしまつて、ちやうど安眠するかのやうな狀態になるのである。これは全く光と溫度の變化に基いた周期的な運動によるのであつて、まつすぐに立つてゐた花も、光が少くて溫度が低くなると、垂れ下つて花瓣を閉ぢ、小葉も鎖すやうになつて來るのである。かうした現象は毎日、光の爲に繰返して行はれるのである。溫熱が上昇するに從つて刺戟の度も高められる。溫熱反應作用には强弱の度合があるから、從つて外形の變化にも、或ひは日中と夕暮と夜間とによつて、それぞれ變化するものもあるわけである。含羞草はこの最も鋭敏な植物で、夕暮になると睡眠運動をすることは、誰でもよく知つてゐるところである。かうした小葉の定期性開閉運動は、屈伸關節の上下端で營まれるもので、光の明暗によつて組織張力が變化するからである。またこの反對に、或種の花にはその花粉の傳播を蛾の媒介によつてなされる爲に、夜間は開いてはゐるが朝になると萎むものがある。

植物の向日運動は光に對する直接運動であるが、その屈曲運動は熱と機械的刺戟とで起るものであるから、光の間接作用である。光の刺戟作用が働いて、且つ溫度とかまたは機械的刺戟があれば、植物は過敏な運動現象を起すものである。あの含羞草を暗い場所に長い間放置すると、麻痺狀態に陷つて運動の反應性は阻害されてゐるので、たとへ機械的刺戟を受けても反應運動は起らない。そして植物の興奮性を保持するのに、必要な光の强さは、それぞれの植物によつて相違してゐる。茜草の偏光運動は、微光によつても保たれるが、含羞草はこれくらゐの微光では運動力がなく、强張つた狀態にあるものである。

偏光性を左右する線は、認識線スペクトルムの强い屈折あるものでなければならない。赤と黃色線による傾向作用は微弱であつて、ただ徒らに葉の睡眠運動を促すに過ぎないのである。光の强弱に從つて、傾向狀態や睡眠運動などの起り初めとか、その經過には差異のあるものであるが、勿論、葉の重量にも關係する。凡そ花の咲く爲に

は弱い赤色光線で十分であつて、却つて藍色やその他の明るい線よりも早く咲くものである。また光の運動に對する刺戟は葉綠素にも及ぶものであつて、これが爲にその組織の位置や狀態を變化することが出來る。葉綠體は常に好適の光を受けて移動し、出來得るだけそのエネルギーを利用しようとしてゐる。それで若しも餘りに強い光を受けたときは、その葉綠體は強い光力の害から逃れようとする。昔の葉綠體は弱い光のときには細胞の上層に集合して、投射光線をかなり廣い面に受けることに努める。しかし強い光のときには、細胞の側面に集合して投射光線を避けることを忘れないものである。

ヘルテルは紫外線が水鼈科の一種であるエロデア-カナデンジス（Elodea canadensis）に働くときは、原形質の運動が緩漫となることを實驗した。それによれば葉の邊緣に於いての運動は、僅かに二分乃至三分間で休止し、光線を受けた細胞には到る處どこにも原形質が鬱積してゐた。そして光線を早く除くときは、また再び平常に戻つて流動を始めるが、二十分間も照輝してゐると再び運動を中止する。

波長の短い線に反して、黃色線はかうした麻痺作用を起さないさうである。

轉位性運動　光線生物學に重大な意義あるものは轉位性運動（全體運動）であつて、これは自由に運動の出來る原形質とか、多くの藻類の游走成形小體などで觀察することが出來る。これ等の獨立運動を營むものは、光を運動の刺戟として感じ、光に反應して氈毛を光線に向け、或ひは光線を避けるのであるが、このやうな運動を光性運動と名づけ、光に近づくか、または遠ざかるかによつて、趨光性と逃光性とに區別するものである。大抵の游走子はこの兩者のどちらかに屬してゐる。ストラスブルゲルは嘗て囊狀藻科の一種ボトリジウム-グラヌラーツウム（Botrydium granulatum）の游走子で、興味の深い實驗を行つたことがある。顯微鏡で驗してみると、先づ游走子は平等に溶液に配分されてゐるが、一度これに日光が投射すると、游走子の一端は早くも光に向かつて大速力で並行に運動し、暫くして游走子は匆忙として光の方に位置

を變じて行くのである。このやうに趨光性運動は、勿論光の強度に關係するものであつて、弱い光にはその影響を見ることが出來ない。今、硝子皿に水を盛りこれに蓁狀藻類の感光性の強い游走子を入れて日光で見ると、この水は一樣に綠色を湛へ游走子が水中で、さまざまに游走してゐることを知るのである。この硝子皿の位置を定めたまま、後方の暗い一方から射入る採光室內へ徐々に運ぶときは、游走子は光の射す方を慕つて急いで行くのである。更にその水の上に直接日光を投射すると、今度は游走子が光から逃げ去つて行く奇現象を現すものである。これを見れば、吾々は光の強さが急激に增すときには、元來は趨光性であつたものでも、逃光性に變はるものであることを知ることが出來る。實驗の結果、通常の游走子は弱い光に對しては趨光性のものであるが、强い光には逃光性のものであることは强ち單なる假定ではない。しかし游走子はその種類によつて、その反應關係に差異のあることはいふまでもない。否、同じ游走子でありながら、そこに相違を持つものさへある。ボロークスーグ。

ラッバトール（Volvox globator）の成熟した游走子は、未熟のものよりも弱い光に作用されるもので、ストラスブルゲルが報告したやうに、たとへ光の强さは一定してゐても、游走子の成熟の如何とか、慣光程度とか、水の溫度とか、酸素の張力の如何などが重大な關係をもつてゐるものであつて、從つてその反應狀態にも相違を來たすものである。なほこの他に、歸極性と名づく游走子の運動現象は、常に光線の方向とその長軸との位置を一定に伴はす運動である。しかしこの歸極性の運動でも、數分間に亙つて照輝するときは、急にこれと反對の方向に轉ずるものである。

綠色のない植物　植物と光との關係を論ずるときには、いつも綠色植物を引例とした。これ等の植物には著しく同化器官に綠色の葉綠素を保有してゐる。けれども植物の中には葉綠素が單に綠色ばかりではなくて、黃・赤・黃赤・黃褐色などをもつてゐるものもある。かの海洋の深い所に隱棲してゐる多數の赤色の海藻などはそれである。吾々はこのやうな水棲植物の變色を研究するに當つて、光を採り入れる海水がそ

の深淺によつて、色を異にするのを觀察することは、また興味あるものである。スイッツルのゲラフ湖の水は鮮かな碧色を湛へてゐるが、五米乃至二〇米の深所ではもはや碧色を帶びないで赤若しくは黄色である。またネープル海心に棲んでゐる貝殻や植物は、赤味の勝つた特殊な色性を備へてゐるといふことである。從來の研究の結果、海の深淺によつて植物と動物は、その各層特有の色に從つた色を帶びてゐるものであるといふことがわかつた。卽ち第一層には綠色、第二層には褐色、第三層には赤色の動植物が存在するが、最下層の第四層となるともはや繁茂する植物がなくて、ただ白色の動物がゐるだけである。

以上の區別は嚴密な意味では正確なものだと斷言は出來ないが、この種の研究に對して大きな資料を提供したことにもなり、方法の途を開いたことはいふまでもない。このやうに上層には綠色、下層には赤色の植物を生ずるといふことは、光力の强弱の相違に累はされた結果であつて、エンゲルマンはこの實驗を試みる爲に分光器で精密な分解をしたのであるが、水層深く透入するに從つて、光の强さとか色とかの變化することを確めた。つまり深所では赤色光線は非常に强く吸收され、綠色線と青色線は極めて微弱なものである。それ故、下層に降るに從つて、綠色の水棲植物は赤色若しくは黄色の光線を吸收することが減じ、また綠色の葉綠素は殆ど綠色光線または綠藍色光線を吸收することがなく、容易にこれを通過させるか、または反撥してしまつて他の綠色植物のやうに、炭酸瓦斯を分解しないのである。從つて綠色の葉綠素は、ここに赤及び赤黄線から影響を受けるやうになるのである。

これ等には補色を吸收する巧妙な作用を具へてゐる。すべての生物は色の補色線を十分吸收すると同じやうに、水棲植物も亦その葉綠素の色合ひに好適した光に感應して生活してゐる。

元來、葉綠素はどんな色を帶びても炭酸瓦斯を同化する可能性をもつてゐるから、海底植物も光の性質によつてその色を變じ、赤・赤黄・黄・黄褐色などいろいろな葉

綠素を保存してゐるとはいへ、植物それ自身の生命を持續する作用に少しの故障もなく、光に關聯してその繁殖にいそしんでゐるのである。

第四章　細菌に及ぼす光の作用

光の細菌作用　光が植物の生理的作用に及ぼす實驗の内で、最も價値があつて重大なものは、植物性下等有機物つまり細菌などに對するものであらう。光が病人に對して有效な治療者であることを發見されてから、寄生病原者に對しての光の關係は、あらゆる方面から研究せられるやうになつた。就中、光の殺菌作用などは、確に人類に大きな恩惠を與へてゐるものである。まことにその細菌の發生や、繁殖やまた成長を阻碍したり、死滅させたりせねば止まないこの光の偉力には、實に驚くべきものがある。

ドーネスとブラントの實驗　ドーネスとブラントとは、光が細菌に及ぼす作用を精細に研究した最初の人々である。彼等の研究當時は、まだ細菌學の知識も幼稚な時代

であつたにも拘らず、彼等が一八七七年及び一八七八年にロンドンの王立協會で報告した研究論文は、現代の學界にも今なほ權威のあるものである。資料の薄弱な當時に於いてさへ、よくもこのやうに系統ある秩序正しい偉大な業績を擧げられたものだと思ふ。

この研究によつて、太陽の直接光は勿論のこと、間接な散光でさへも、なほよく腐敗菌の發生を阻げるばかりでなく、その照輝の時間を長くして、光の強度をも增加するときには、これを死滅させ得るものであるといふことがわかつた。

培養基に發生した腐敗菌の殺菌を行ふには、日光に曝すのが最善の方法である。この消毒作用は熱によるものではなくして、全く光の作用にのみ基くもので特に屈折力の強い放線の働きに關係してゐるのである。屈折率の小さな赤色線や黄色線には、かうした殺菌作用の力はないのである。しかしこの作用に際しては、放線の影響だけではなく、培養基そのものの乾燥や濕潤の具合や、その他の性質によつて殺菌の效果に非常な差異の生ずるものである。ドーネスとブラントの研究だけでは、光の影響は間接の作用であつて、培養基が先づ光を受けて化學的に變化して、殺菌效力を現すものであるか、或ひは細菌發生の阻止期の狀態によるかなどについては、十分に窺知することが出來なかつた。しかし光の作用には游離酸素の存在を必要とするし、光と酸素との兩因子が協力して、初めて殺菌の實を擧げられるものであるから、若しもこの兩者が箇別的に働いたときには、何等の作用をも起さない。すべて細菌の物質代謝作用は光に對して過敏であつて、その感光には勿論酸素の存在を必要とするものである。

ドーネスとブラントの報告以來、この問題に關して各方面からいろいろと新研究が試みられ、細菌學は急に長足の進歩をしたのである。かうして純粹培養法の發見とかまたは細菌の性質の闡明などからして、いろいろな實驗に理學的要件を定め、光線作用の比較判斷が出來得るやうになり、ここに漸く各放線の效力が明かになつた。そして光の性質によつて一番確實な細菌の發生とか、その生長を阻止滅盡し得る方法とか

を知るやうになつたのである。

ブフネルの實驗　ブフネルは通常のアルカリ性肉ペプトン加寒天培養基を試驗に用ひた。該培養基を沸騰し、溶解させてから四〇度に冷却した後、肉羹汁で培養した細菌、例へばチフス菌・大腸菌・綠膿菌・靈菌・コレラ菌をこの培養基面に一樣に塗布した。そして培養基の裏底へは黑紙で十字形のものを作つて貼り（他の場合に黑文字を記した）、蓋を覆つたまま底を上に向けて、太陽の直接光に一時間から一時間半ぐらゐ曝した後（散光の場合には五時間）、培養基を孵卵器に入れ器內の溫度を細菌の發育に適當なやうに高めて放置したところが、二四時間後には培養基に細菌が發育して十字形に現れた（黑い文字のときには文字の像をとつて現れる）。これは光に照されない黑紙の下の細菌はよく發育することが出來たが、直接光を受けてゐた他の部面は、發育が阻碍せられて遂に絕滅せられるやうになつたものである。ブフネルはかのチフス菌が怖るべきチフス病の病源菌であることを證明した人である。培養基の基底面に貼つた黑色文字の代りに寫眞像のある乾板、例へば景色の乾板で掩つて培養基を光に當てたところが、像の黑い部分に應じて發育する細菌と、死滅する細菌とが出來たのである。

集合光　細菌に働く光の力と光に對する細菌の抵抗力を、研究した學者は極めて少なかつた。もともと、光が細菌を殺すに足る能力があるといふことは謬見である。今試みに細菌を弱い光に終日當てて、一週間若しくはもつと長く一箇月間も曝し續けても、恐らくは何等の影響をも受け得ないであらう。ここに於いて、光が細菌を殺滅するといふことは、必ずや光の强さの一程度に關係しての問題でなければならない。つまり光の殺菌力といふものは、强度に達した後に初めて效果のあるものであつて、光が集合するに從つて、その力も高まるものであるといふことがわかるのである。換言すれば殺菌に必要なものは「集合した强い光」である。

フィンゼンの實驗　フィンゼンはこの關係を實驗しようとして、先きにブフネルが考案した扁平培養法を摸倣して、肉ペプトン加寒天と肉ペプトン膠質との混和培養基

を作り、また一方には肉ペプトン加寒天培養基を作つて、肉羹汁で培養した細菌を二、三白金耳量だけ塗布して、これを一、二時間光に曝してみた。但しフィンゼンはかうした實驗を二樣に行つて、甲の培養基を直接太陽の光に當て、乙の培養基には集合した太陽の光線を用ひたが、それには太陽の熱作用を防ぐ爲に光に曝してゐる間、冷水をその培養基の表面へ注いだ。またそれぞれの培養基の上へは、紙に幾つかの小孔を穿つたものを貼り附け、その紙は一面を黑くして光の透過を防ぎ、他の半面を白くして光に向けて熱を反射させた。また集合光に曝した乙器には、それぞれの小孔の傍に一・二・三の文字を記入して、その數字だけの時間を照しては紙を取除いて、墨を洗ひ去つて孵卵器內に移したところが、二四時間乃至四八時間の後には、受光の結果を明かに知ることが出來た。受光時間の長かつた方の小孔內の細菌は、その活力が減退するか或ひは死滅するかなどして、黑い文字の下にある細菌だけが成長發育して、文字形通りになつたのである。無論、該兩器の實驗は同日、同時刻、同一條件のもとになされたものである。この實驗によつて、フィンゼンは集合した光は通常直接に受けた太陽の光よりも、殺菌力が逞しいといふことを知つた。純培養した靈菌の發育を阻止させるには、集合した太陽の光だと三分間で十分であるが、通常の太陽の光では四五分間を要した。八月の眞晝の太陽の光を集めて細菌に投射すると、その發育力を僅か一分間で阻止し、これを殺滅するには五分から七分間ぐらゐを要するのみである。これを通常の光で前同樣の程度に發育力を減退させるには、一五分間は必要で、もし絕對に殺滅しようとするには少くとも一時間を要するのである。

フィンゼンは集合光が細菌の發育に及ぼす作用の時間を實驗して統計した。しかしその數字的價値はもとより絕對的のものではないが、頗る明細を極めたもので、その成績も比較的良好であつた。フィンゼンのこの實驗方法によるときは、培養基の大部分を黑紙で被つて、少しの光でも通過させなければ、細菌は受光部以外の所にも發育出來るものかどうか、または接種した芽胞は、生活力を得てよく發育を遂げるものか

どうかのやうな問題に對して、容易に解答を與へられるものである。受光させた細菌で現す文字は、前に述べたやうに培養基の受光部にある細菌の發育を、阻止するまでの時間で知ることが出來る。細菌が障碍されたり、死滅したりするには、あの集合光の熱はこの關係に與らないのである。若しもこれに熱作用が影響するものと假定すると、受光部ばかりではなく、文字の下やその側の細菌までも、ともに死滅しなければならない筈である。

集合光では光の作用が著しく增加することは、弧燈試驗に徵してもよくわかることである。約四〇〇〇燭光×二五アムペアの弧燈の光を集めて細菌に働かせてみると、通常の光では細菌の發育阻害に一時間半以上もかかつて、その死滅には八時間から九時間も要したものが、僅かに一五分乃至二〇分間で足りるのである。

化學線の要義　光と細菌との關係を考究するときに、極めて必要な觀察は、光のどの放線が細菌を殺滅するのに、力があるのかといふことである。通常吾々の認識出來る光は、細菌の發育を抑壓するものであつて、屈折係數がだんだんと增加するに從つて、その抑制力も强くなつて來て、一番强く屈折する光線が最大の威力をもつてゐることは、現在の學說ではもはや異論のない筈である。從つて青色・紫色光線及び紫外線のやうな波長の短い光線は、波長の長い光線に比べて、より强い殺菌力をもつてゐるものである。

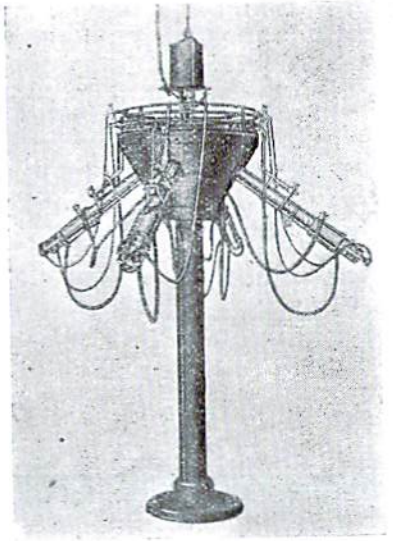
マーシャル－ワールドはスペクトルムのどの部分に、殺菌力があるのかを嚴密に實驗した人である。彼は寒天扁平培養基を用ひ、脾脫疽菌やその他の細菌を接種して、太陽の光と弧燈の光のスペクトルムとで別々に曝してみた。それにはその一部分を硝子で被ひ、他の一部分を石英板で被つたものを太陽の光のスペクトルムで五時間照輝したものと、同樣にして弧燈のスペクトルムで一二時間照輝したものとの細菌の狀態を比較檢討したのであるが、綠色光・青色光及び紫外線を受けた培養基では、細菌の發育は妨げられてゐたが、赤外線・赤色・橙色及び黃色光線を受けた部分では、細菌

はよく發育狀態を示してゐた。また石英を通過する弧燈の光では、その效力は遠く紫外線の外側にまで及んでゐたが、硝子面を透過した方の光は殺菌力を失つてゐることを知つたのである。

そしてマーシャルは「殺菌力ある光はスペクトルムの青紫色の部である」と報告してゐる。

紫外線　ストレーベルは紫外線の要義を研究して、スペクトルムの紫色部を遠ざかる波長の短かい紫外線が、細菌を殺滅するのに最も效力のあることを確め、感應電流のカドミニウムとアルミニウムの兩極間に發する火花で證明した。紫外線の生物學的意義は、第七章「人體皮膚に及ぼす光の作用」の所で詳しく述べよう。

フィンゼンの石英集光裝置　一九〇三年フィンゼンは、硝子製レンズを石英製レンズに代へた集光器で、炭素棒の極から發した弧燈光の紫外線を透過させて、殺菌力の試驗を行つて、遂に大いに見るべき效果を齎したのである。



フィンゼンの石英集光裝置

石英集光裝置を通過する光は、靈菌の培養を二秒から三秒間に死滅させる效力をもつてゐたが、硝子製のものであると同等の結果を得るには、少くとも三五分間以上を費さねばならなかつた。弧燈光が紫外線を多量に含むことは、汎く吾々の知つてゐるところであるが、石英はつまりこの紫外線を十分に透過させる性質をもつてゐるものであるが、硝子はこれに反してその大部分を吸收して、屈折の少ない一部だけを通過させるに過ぎない。從つてその殺菌力は、石英よりも遙かに弱いわけである。

屈折係數の大きい光は、スペクトルム紫外線の外部にも及んで細菌に非常に著しく作用するが、硝子を通過するときはその效力がまた著しく減ぜられるから、普通弧燈

の紫外線を治療に應用する場合には、必らず石英レンズを用ふることになつてゐる。

太陽の光の集合　太陽の光は雰圍氣中を通過する間に、紫外線の大部分を失ふが爲に、地球の表面での紫外線の量は、他の加工光線と比較して、少量であることが免れない。であるから、太陽の光を集合しようとするとき、徒らに高價な石英レンズを用ふることは甚だ不經濟である。しかしフィンゼンは紫外線の內方の一部分には、硝子をも通過し得る性質のあるものを發見した。つまり一方には硝子レンズで、他方には石英レンズを以て集光し、これを綠膿菌の培養にそれぞれ試みたところが、前者では五分間、後者では三分間を要することを知つた。勿論これは實證ではないが、ただ紫外線の區域にある放線には殺菌力のあることを知るに足るのである。

ヘルテル等の實驗　一九〇四年ヘルテルはマグネシウム光の發する強度の紫外線が、種々な細菌を短時間內に死滅することを述べ、チフス菌・コレラ菌・大腸菌等の懸滴標本を作り、光にあてて顯微鏡下に檢したところが、細菌の死滅する時間は懸滴の部位によつて異るもので、上部のものは六〇秒間、下部のものは二九秒間、中間のものは四〇秒間を要した。そして受光後この露滴を培養基に塗布し、發育要件を施して培養に努めたが、遂に發育が出來なかつた。

チーレとウォルフが「青色の岩鹽は紫外線以外のすべての光線を吸收する性質を備へてゐるから、これを透して太陽を望むときは全く暗黑に視える。そして今この青色岩鹽液を以て細菌培養菌を蔽へば、多量の紫外線を含む光のみが通過するから、殺菌力は著しくなり、從つて室を岩鹽で暗く塗るだけでもよく紫外線を放射して、殺菌の目的を遂ぐるものである。」といふことを證明した。

フィンゼンの門下生であるワルデマールービーが、スペクトルムの各區域によつて、その作用が違つてゐることを立證せんと試みた。先づ靈菌の寒天培養器を使つて、三五アムペア×四〇乃至四六ボルトの弧燈、卽ち約六〇〇〇燭光の集合光線を具へ、その熱線を遮る爲に適當な冷却製置を設け、そして集合裝置と細菌培養基との間に種々

な液を充した硝子管を一列に並べ、硝子壁の厚さを一様のものとして、その上で各部のスペクトルムを綿密に測定して硝子管を通過させてみた。この豫備實驗の結果、純赤色の光卽ち七六〇億萬分乃至六五六億萬分の一粍の波長をもつてゐる光線が、殺菌力を現すものであることを知つた。この光を以て九〇分間照輝するときは、細菌の發育が減退し、若し赤色光の代りに橙色光と黄色光とを混じたときは、一八分間以内で同じ效果の擧がることを知つた。また七六〇億萬分乃至五四一億萬分の一粍の波長の光線では、九分間以内で殺菌したのであつた。このやうにビーが極めて強い光線を實驗に使用したのに鑑みて、吾々は弱屈折をする光線の效力は極めて僅かで、これ等の光線には細菌が長時間抵抗し得ることを自ら推知し得るわけである。すべて波長の長い光線には殺菌力がなく、また赤色や黄色光線は細菌の發育及び繁殖を阻害するものであるが、これ等にも一面にはこれを促進する力を具へてゐるものである。その他有色スペクトルムの各部は殺菌作用のあるものではあるが、光の強さが一定度にまで高まらなければその效果はないのである。

ビーはまた波長の長い光線を、波長の短い光に混じて試驗してみたが、殺菌力の著しく減退してゐるのを知つた。例へば綠色光を混ぜた場合では、培養を衰弱させるのに六分間を要し、全く殺滅するには四時間も持續放射をせねばならなかつた。そしてその波長は七六〇億萬分乃至四六〇億萬分の一粍のものであつた。赤色・橙色・黄色・綠色・青色及び一部の紫色光線で、その波長が七六〇億萬乃至四一八億萬分の一粍のものでは三分間で培養の活力を減じ、二時間でこれを殺滅した。波長の四二六億萬分乃至四一八億萬分の一粍の屈折係數の大きいスペクトルムの混合した光は、その效力が非常なもので、四五秒間で細菌の活力を減退させ、八〇分間で完全に殺菌した。全有色スペクトルムを包括した光だと、細菌の發育を阻止するまでに、二〇秒間を要し、その殺菌には三五分間を必要とするのである。

認識紫色スペクトルムに隣接する紫外線は、その波長が三〇〇億萬分乃至三五〇億

萬分の一粍であつて、よく硝子をも通過する性質を備へ、全スペクトルムの光力の二倍の威力をもつてゐる。更に外部紫外線になると威力が一層增加して、二〇〇億萬分乃至二九五億萬分の一粍の波長を有し、硝子には吸收せられるが、石英を透過する性質のあることをビーは證明した。また內外紫外線は、各々その作用を異にするものである。石英を透過させてこの殺菌力を比較してみるに、石英を通過するときには一分間を要し、硝子を通過するときには一二分間を要した。ビーの說によると、波長二〇〇億萬分乃至二九五億萬分の一粍の紫外線の效力は、波長二九五億萬分乃至七六〇億分の一粍の間にあるスペクトルムの效力の十倍或ひは十二倍であるといつてゐる。

ソーファスーバンクはフィンゼンの門下生で、ビーよりも一層綿密にこの紫外線を測定した人である。彼はその實驗裝置をマーシャルーソールドの方法に倣つて、炭素弧燈のスペクトルムの各部の效力を直接に研究し、遂に紫外線の細菌に及ぼす作用を曲線に描寫して、二大極點を發見したのである。なほバンクは炭素弧燈のスペクトルムでは、外部極大點の殺菌力は內部のものより二百倍乃至三百倍も強くて、青色スペクトルムの殺菌力の三千倍乃至四千倍に相當するといつてゐる。ジュードンネは紫外線を吸收する硫酸キニーネの一%溶液に光を通過させると、殺菌力が三分の一に減ずることを證明してゐる。このやうに多くの實驗と測定の結果とを綜合して考へてみると、屈折の強い外部紫外線が非常に殺菌力の逞しいことになる。

種々の光源　スペクトルムの領域が異つて來るに從つて、殺菌力もまた異つてゐる。或スペクトルムは細菌の發育を急激に阻害するのに反し、他のスペクトルムはその障害を徐々に及ぼす作用のあるやうに、やはり光源を異にすることから、自らその作用にも異動のあることはいふまでもないことである。ジュードンネはチフス菌・脾脫疽菌等の生きた菌體は、散光では五時間、九〇〇燭光の弧燈では八時間、電氣灼熱燈では一一時間、直射太陽光線では一時間乃至一時間半でその芽胞の殺滅せられることを實驗した。しかし太陽光線や散光の效力は種々な原因に基いて、その強さに變調

を來すものである。例へば春夏秋冬とか、或ひはその時刻とか、この他位置・地勢・晴曇・風雨等によつても違ふものである。であるから天然の光源から發する光の殺菌力は、時と場所に應じて變化して、決して一樣なものでないことを知らねばならない。

加工光源では右のやうな缺點はないが、なほ、周圍の狀況に支配せられるものである。例へば細菌と光源との距離とか、或ひは光の培養基に射入する角度とかなどによつて差異の生ずるものである。若しそれが弧燈使用の場合であるとすれば、電流の强さ、電極の化學的性質、炭素棒の厚さ等によつてかなり影響せられ、また試驗管培養基が硝子製である場合には、光線を吸收することも一樣ではない。なほまた培養質の吸收や反射などが一樣ではなく、その上に培養基の細菌面が不均齊の狀態であるときは、光がその作用に影響を及ぼすものであるから、細菌の對光抵抗力を實驗的に測定するには、以上のやうな要點を十分顧慮する必要がある。また箇々の細菌の抵抗を比較しようとするときには、外部の條件を同一にしなければならないことも大いに注意すべきことである。

溫度　細菌の實驗には周圍の溫度が光の作用の結果に大きな影響を與へるものである。バングは三〇度の溫度よりも四五度のときの方は、その作用は速かであつて、溫度四五度では肉羹汁培養基の靈菌の懸滴標本を三〇秒間で殺滅したものが、三〇度の溫度では一分間を要した。チーレとウォルクは光學の實驗に於いて、培養基を溫めたところが、紫外線の作用を高めるばかりではなく、效力の微弱な認識スペクトルムでも、すべて細菌が少しでも熱作用を蒙るときは、早くもそこに殺菌作用の營まれてゐることを知つたのである。けれどもすべての化學的作用は容易に熱に移行するのが常であるから、この關係を明かに認むることはなかなか困難なことである。

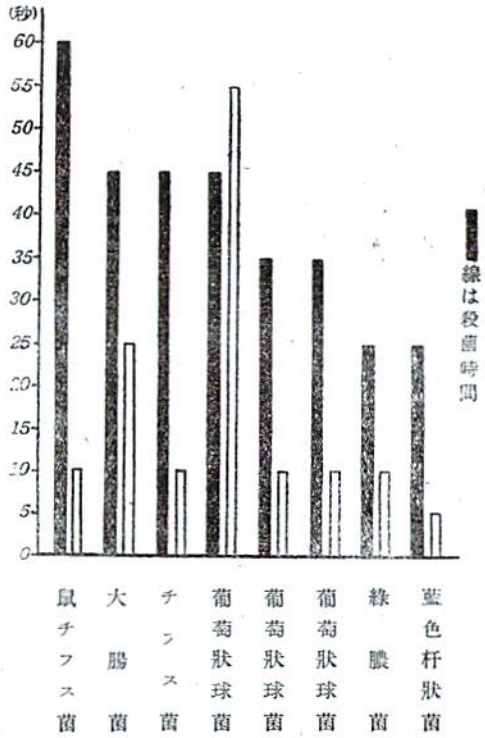
壽命　實驗に使用する培養の壽命も、亦光の作用から脫れることは出來ない。バングによると靈菌の抵抗力は、培養を重ねるに從つて增加する。これは細菌が長い壽命を經る間に、光に對する慣習性を受ける爲である。バングは肉羹汁培養の靈菌の懸滴

標本を、三五アムペア×五〇ボルトの弧燈を使用し、二八糎の距離から四五度の射入角度で、溫度三〇度に溫めて三時間照輝したが、約一分間で死滅した。しかし同じ溫度で、一〇時間乃至一五時間も培養したものを、前記の弧燈で照輝してみたが、これを死滅させるのに約三分から五分の時間を要することを實驗したのである。

感光の差別　培養物の壽命、溫度の影響及び周圍の狀況を顧みないで、光に對する細菌の抵抗力を試驗してみたが、その結果は千差萬別である。これは細菌の原形質は種類によつて各自に異つてゐた爲に、その感光力も自ら異ることによるのである。つまり、或種類のものは、比較的多くの有害光線を吸收するのに反して、他の種類のものは少しの光線より吸收しないのである。そしてこの反應の如何といふことは、細胞原形質の特質に基くものであつて、これが爲にどんな實驗の場合でも、たとへ外部の條件を均等にさせてみても、細菌の種類が違ふときは强い光でも阻害せられ、殺滅せられる時間に長短のあるのは免れ得ないのである。

ラルゼンは三五アムペア×四四乃至四六ボルトの弧燈の集合光線での殺菌時間並びに發育減弱時間を計つて左の圖表を作つた。

ラルゼンの弧燈集合光線による
殺菌並びに發育減弱時間の圖表
（35 アムペア，44～46 ボルト）



このやうに細菌の種類が違ふ爲に、その影響も一樣ではなく、種類の極めて類似してゐる細菌でさへも、なほ差異の著しいものがある。今前圖表を見ると、光が一定の細菌を殺す時間と、同種類の細菌の成長を阻害させる時間との間に、何等數字的關係のないことは自ら明かである。

結核菌　結核菌と光との關係についての研究は、從來から多くの學者によつて試みられた。バングは結核菌の表層培養を弧燈光源（三〇アムペア×五〇ボルト）から三〇糎の距離に置いて、光の射入角を五〇度として三五度の溫度で照輝したところが、六分間でこれを死滅させた。

ロベルトーコッホ等の研究によると、結核菌は直接太陽光線では短時間內に死滅するものであつて、細菌層の厚さによつて數分間乃至二時間の照輝光を要した。また結核菌の純培養を窓の近くに置いて、散光で照らしたときは五分乃至七時間で死滅するものである。

芽胞　細菌の芽胞はこれを植物性胞子に比べて、熱乾燥及び化學的作用に對してはその抵抗力は遙かに大きくて、また光に對しても強い。例へば脾脫疽菌や枯草菌の芽胞は、植物性胞子よりも抵抗力が強いのである。しかし脾脫疽菌などの芽胞も發芽のときには、その抵抗力の一部分を失ふものである。

ワクチン　動物の天然痘ワクチンを毛細管に入れて、散光或ひは直接太陽の光に終日曝らしても、何程の變化をも與へられない。フィンゼンとドライエルは、強い弧燈の紫外線にこれを曝してみたが、一〇〇秒から二〇〇秒間以內で、ワクチンはひどくその能力を失つて、遂に全く分解するまでになつたことを觀察した。

靈菌の培養も、この強い弧燈の紫外線にあつては、四〇秒時間で全く死滅するものである。若しそれが赤色光線であるときは、たとへ三〇分を費しても遂にワクチンの絕滅を見るに至らないのである。吾々が天然痘に罹つた際、赤色光線が必要であると說く所以は、實にワクチンに對して赤色光線のもつかうした關係によるのである。

釀母・絲狀菌　ワルデマールービーは釀母及び絲狀菌も亦感光性をもつてゐると聲明してゐる。これ等は極めて強い光でなければ殺滅することが出來ないもので、これを細菌に比べるとその抵抗力は餘程大である。靈菌を一分間に殺滅させるだけの光を單位として比較すれば、この光でサッカロミース－アピクラッース（Saccharomices apiculatus）とモニリアーカンジア（Monilia candia）を殺滅するには五分間を要し、またトルラ（Torula）とクラドスーポリウム（Cladosporium）には三〇分間を要し、黒褐色絲狀菌（Aspergillus niger）は實に九〇分間で初めて死滅する。且つ色素を成生する種類は、色素を成生しないサッカロミース及びモニリアよりも抵抗力が更に強大である。

光の間接的作用と直接的作用　光の殺菌力はいかに說明すべきものか。換言すれば光は殺菌力を現す爲には、どんな條件を必要とするかは、化學的に緊要な問題である。人工的培養が光の爲に左右せられることから推考して、光によつて先づ培養基が變化して、しかる後にその發育と生活が損傷せられるものといふ考もあつた。しかし嘗てドーネスとプラントが、光は間接にも作用し得られるものだとの考から、彼等が使用した特殊な培養基、所謂パストール溶液を用ひて照輝によるだけでは、十分な殺菌性がないことを證した。

ルーは實驗の結果、ドーネス等のやうに、やはり光が間接的作用のあることを見出した。ルーはそれへ脾脫疽菌の芽胞を植ゑてみたが、もはや發芽するに至らなかつた。また三時間から四時間受光させた羹汁培養基に、十分に發育を遂げた脾脫疽菌を植ゑたが、受光させなかつたものと同じやうに無事に繁殖した。であるから、羹汁培養基を光に曝すときには、そこに變化を起して、芽胞の發育を阻止するが、發育を遂げた細菌は、その成長を阻止されることはない。たとへ羹汁培養基で發育出來なかつた芽胞でも、それはまだ枯死したのではない。それは一二日後になると、受光した羹汁培養基中でも、通常のやうに發育して、その狀態は少しも受光させない羹汁培養基

に植ゑたものと變りはない。このやうに觀察して來ると、光は直接に細菌に作用を及ぼすのではなく、また細菌の原形質を破壞するのでもなく、それは唯受光の結果、培養基に化學的物質を生じて細菌に有害な働きを釀すが爲である。

過酸化水素　過酸化水素が殺菌力のあることは、人のよく知つてゐるところである。今、培養基を光に曝すときは、光と空氣とによつて過酸化水素が發生する。元來この過酸化水素は强い酸化力をもつてゐるものであるから、一面また殺菌力を武裝してゐるわけにもなる。そして光の殺菌力といふものは、主としてこの過酸化水素の發生することに負うてゐるから、培養基の受光した部分は、この發生を促すのには實に好適の場所である。かのスペクトルム中の强屈折光線の化學力は、つまりこの過酸化水素を起させるものである。

ルーは實驗の結果、受光した羹汁培養基に脾脫疽菌が發育しなかつたのは、過酸化水素發生の爲であつて、極めて强い弧燈を用ひると、この培養基に多量の過酸化水素を發生させて、細菌を殺滅することを知つたのである。實際酸素の存在する所で、適當な培養基に生ずる過酸化水素の量といふものは、これが作用をする光の强さに比例して增加するものである。しかしまた一方ビーは、强い殺菌力を現す外部紫外線は過酸化水素の發生に、殆ど關係がないともいつてゐるのである。外部紫外線が過酸化水素の發生に及ぼす影響は、その激烈な殺菌力に較べると實に僅少ではあるが、光そのものが殺菌力を備ふるといふことは、化學的組織の上から過酸化水素を全く發生し得られない培養基に於いても、立派に認めることが出來るのである。例へば蒸溜水或ひは葡萄糖溶液中に入れた靈菌の培養は、光によつて速かに死滅するものである。そしてこれは、あの羹汁培養基に光の作用を受け、過酸化水素を發生させた場合よりも、死滅の速度は大きいのである。蒸溜水や葡萄糖溶液は、光を受けても過酸化水素を發生させないのである。

まことにビー・ヘルテル・チーレ及びウォルフ等が報告したやうに、光の殺菌作用

は培養基に殺菌物が生じた爲ではなくして、光が細菌自身に及ぼした直接の作用によるものである。

現今では、まだ光が細胞そのものには直接影響する例を見ないのであつて、從つて光の作用の說明には自ら制限がある。それは光の吸收せられることから起るものであつて、この吸收せられた光線によつて、發育及び生活力を阻害するところの化學變化を、細菌の原形質に起すものといひ得るに過ぎないのである。

酸素の補助的影響　細胞原形質の變化は、酸化作用に起因するものである。酸素の存在といふことは、果して光の作用に影響するものかどうか、つまり酸素がなければ光の殺菌力も低減せられるものか、どうかを詳細に實驗した結果、光の殺菌には酸素は何の關係もなく、また受光中、酸素を發生する餘地のない場合でも、光それ自身は平然としてその作用を續け得る力——可能性が十分にあることをビーは確めた。要するに、酸素は光の能力を補助するに過ぎないのである。しかし光に化學的光線を含むことが少ないか、或ひは光の組織上、殺菌力の微弱なときでも、若し酸素が存在すれば、その殺菌力の著しく增加することはこれまた事實である。ドーネス及びブラントなどは、光が酸素と協力して働く場合には、單獨に作用するときの二倍の能率をもつてゐるとさへいつてゐる。ビーの說によると、細菌を紫外線の多い弧燈に曝らしてみるに、細菌と酸素とがお互に接觸するかどうかは、さほどまで兩者の作用には關係をもつてゐない。しかし若し光が硝子を通過して、紫外線を濾過したときに、酸素が作用するとしないとによつて、細菌の抵抗力に著しい差異を來たし、更に外部紫外線ばかりでなく、他の化學線の一部までも除去したときには、この差異が益々甚しくなるものである。若しその光が强く屈折する紫外線を多量に含んでゐたのであれば、酸素が存在しなくとも殺菌力のあることは、既にビーも證明したところである。

毒素　光が毒素や抗毒素に及ぼす影響の研究は、相當な域に達してはゐるが、光は一般に試驗管内で、その毒素の本質的蛋白質を弱め、殊に波長の短い光から作用され

ることが大きい。しかしタバイネルとその一門の研究によると、波長の長いものでも毒素や抗毒素の感受力が增すものであることを報告してゐる。

毒素の抗光性の弱いことは通説であるが、しかしながら例外がないでもない。例へば結核菌の産物のやうなものはそれである。結核菌の毒素は如何に強力の光を當てても、これを弱めることが出來ない。試みにツベルクリンを水銀石英燈で一五分間も持續照射しても、僅かにこの液が混濁するのみである。この濁つたツベルクリンで、ビルケの皮膚反應を完全に誘發させる事實に徵しても、光の作用の乏しいことを知るに足るのである。

これに反して破傷風毒素は抗光性が弱いもので、ベーリングはこの毒素を日光に曝し、或ひは直接光に當ててその弱まることを實證した。

すべて毒素の光によつて弱められるのは、その成分たる膠質樣物質、ペプトン・アルグモーゲンが短い波長で障害せられるからである。

正常の血清も、その補體・凝集素・抗毒素が容易に紫外線によつて、その作用力を失ふに至るものである。光線に曝した新しい馬の血清を、能動的に過敏にさせた天竺鼠に注射するも、少しの反應も起さないのである。この血清の沈降元は寧ろ增加してゐるにも拘らず、上記のやうな結果を齎したのである。

ゾンチはジフテリ毒素を注射した天竺鼠を、炭素弧燈光で強く照射して、ジフテリアの有害作用を阻止し、或ひはジフテリアに罹つた鼠でも、その病勢を弱めさせた實驗を報告し、その生體內に於いても光が影響のあることを知らしめた。

ステブリーはチフス菌を注射した動物について、高山に於いてはその血液の凝集素量は、谷間の動物よりも早く減ずることを報告して、このやうな成績は太陽の照射を遮斷することによつて、前に述べたやうな結果が著しく現れるものだといふやうに結論してゐる。

フィンゼンは同樣の事實を人體に試みてゐる。卽ちチフスワクチンを注射して血清

を檢べたが、人工光浴を施すとその凝集素量が多くなる。そこで彼は光によつて血清の凝集素量は增加するものか、或ひはその減弱が僅かであるのかはわからないが、いづれにしてもその增加の狀態を示すものであるといつてゐる。

天竺鼠を人工太陽光によつて照射するも、凝集素量の增加には餘りに影響を及ぼさないが、豫め凝集素を加へた動物を光に當てると、凝集素が一時的には增加するが、數日を經ると再び減少するものである。

光の衞生に及ぼす影響　細菌培養基に及ぼす光の殺菌力は、既に詳說したところであるが、自然界に於いても亦光は細菌に影響して、その發育を阻害したり、或ひは殺滅したりする力をもつてゐるものであつて、その殺菌力の强弱は光自身の增減に比例することはいふまでもない。直接の太陽の光は、十分な殺菌の可能性をもつてゐるものであるが、周圍の條件が細菌の繁殖に適應しない場合には、全く人工培養でのときと同樣である。しかし自然界にあつては、細菌は自己の生存を侵害するすべての條件を、排除しようとする傾向が强いのであるが、人工的の培養では、却つて細菌の抵抗力を衰弱させる傾きがある。であるから、作用するものは同じ光であつても、兩者に對する影響には自ら差異のあることは免れない。

實に太陽の照すところは、やがて細菌の刑場であつて、陽氣の發するところには細菌はその存在を失はなければならない。日光を求めて居を卜する人類は、日光を恐れて暗所を好む細菌の侵襲より、先天的に免れ得てゐることを感謝しなければならない。このやうに日光の麗らかな空氣の流通のよい室には、細菌もその繁殖の手を伸ばすだけの餘地がないのであるから、寢具とか洗濯物等は常に日光に曝すべきはいふまでもないことである。

フォンーエスマルヒは、敷布の表面及び洗濯物に附着した細菌も、二時間から三時間ぐらゐの日に曝せば、死滅することを實驗的に證明して、衣類や日用品を日光に曝せば、少くともその表面の細菌だけは殺滅出來るといつてゐる。なほエスマルヒは脾脫

疽菌とチフス菌等の病源菌を衣類のやうなものに附け、屋外に出して日光に曝し、一方また或ものは暗室内に保留して置いてから、その物品の一片を各々切取つて人工培養を施してみたところが、日光に曝したものは細菌の增殖を見なかつたが、暗室に保留したものは通常のやうに、細菌の繁殖してゐるのを見たのである。しかしたとへ日光といつても、奥深く巧みに潜んでゐる細菌を殺すことは出來ないものである。ただ單に物の表面に附着した細菌の殺滅には、大きな效果があるのみであるが、それにしても日の光が强くなるに從つて殺菌力もそれに比較して增進する。經驗上、病人を十分な日光の直射する所で靜養させることは良好な治療法である。この意味に於いて清朗な天氣の常に麗日を戴く南國は、自ら細菌の跋扈より免かれて、病魔の治療に適してゐることがよくわかるのである。或學者はミクネスコーはイタリヤの溫泉場で、結核患者の喀痰を麻布に附けてこれを乾燥し、日光に曝らしてみると、二四時間乃至三〇時間以内に結核菌の死滅するのを實驗したといつてゐる。ウィットリンも都市の塵芥も强い日光で消毒し得られてゐることを述べてゐる。

土著のアメリカ人種に、所謂靈皮を具へ、惡病不潔の挫傷も容易に且つ迅速に治癒し得られると信じてゐるのがある。これはすべて色素に富んでゐる皮膚（アメリカ土人のやうな）は、白色人種のやうな色素の少ない皮膚に比べて、外界の障害に對する抵抗力が大きい爲である。創痍の治癒には熱帶地方の太陽の效力が大きいことは疑ひない。わが國でも三輪德寬博士・前田友助博士のやうに潰瘍に日光浴を施してその創傷が、驚くほど速かに治癒せられることを實驗した學者もある。これは單に光の殺菌力を示すばかりでなく、光が皮膚に特別の作用を與へる結果、その治療效力を高むることを知ることが出來るのである。

光が人體の表面だけではなくて、內部深く透入して細菌に有害な作用を起すものかどうかは、これを後に讓るとしても、太陽から發する無量の光は、吾々を圍繞してゐる雰圍氣や、地球や物體の表面を清淨にして、細菌の繁殖する餘地をなからしめるも

のである。まことに無償無代な上に最效力のある消毒法として、吾々が太陽に負ふところは實に甚大なものである。

河川の清淨　河川が天然自然に清淨であつて、靜かに碧水を湛へた所は、これまた光の殺菌力に起因することが多いのである。今若し、河川に糞尿を投入すると、暫くのうちに腐敗物や細菌を滅盡してしまふであらう。それではなぜ河川はこのやうに好都合に處理する能力があるのか、興味を睽る問題である。それはすべての固形物は、その重量によつて速かに沈澱し、殘りの液體は植物によつて分解せられるが、殊に深い所に生えてゐる藻類は、溶解した物質を自體に吸收して養分とするからである。しかしこの作用も、やはり日光の力を借りて營まれるのである。更にまた河川が自ら清淨を保つてゐる理由は、流水には一面、細菌に適應した養分が缺けてゐるとともにその溫度が餘りに低く、且つ酸素の酸化力が相呼應して細菌の增殖を阻害する爲である。日光の水中での殺菌作用は、早くから知られたところであつて、既にブフネルとその弟子等によつて立證せられてゐた。日光が水面を直射すると、細菌は著しくその數を減ずるのである。また流水中に生存してゐる芽胞は、晝夜に從つて規則正しい繁殖增減を行ふものである。これは日光の照らすと照らさないとによるものであつて、その芽胞發生の極大値に達するのは曙の頃で、極小値になるのは日沒の頃である。つまり、日の出から日沒までの間は光の爲に芽胞は減少し、夜を通じて曙に至るまでの間に增殖するのである。ブフネルは河川の清淨は光に負ふものであつて、その芽胞は水中に放射された日の光によつて、減少することを斷言した。また夏期北回歸線にまで來た太陽の赫灼とした光熱は、非常な殺菌力をもつてゐて、長時間に亙つて河川にある細菌の發育を休止させるものであるといつてゐる。

ピーは嘗てライン河及びアール河畔に於いて次のやうな實驗を行つた。それによると、ケルン市の下流三粁の點に來ると、市街の暗渠がライン河中へ澤山の細菌を流し込むにも拘らず、その半數は既に死滅し、更に下流三八粁の地點になると多數の不潔

導水管が河中に導かれてゐるにも拘らず、河水の細菌含有量は市街の上流よりも少ないのである。またベルン市に沿つてアール河の下流に於いての實驗でも、細菌の含量は市の上流に比べて十倍以上であつたが、秋晴れの日には二〇粁の下流でさへも五時間を出ないうちに、その含有量は上流と殆ど均しくなつてゐたといふことである。

光の殺菌力が水面以下に及ぶことは事實である。ブフネルは寒天培養基を密閉して空氣と水との浸入を防いで大きな水槽の底に沈め、太陽光を投射させてみたが、培養に及ぼす光の影響は、水の外にあつたときと少しの變りもなかつた。次いでブフネルの或弟子は、スタルンベルゲル湖でまことに興味のある實驗を試みた。彼は實驗室で取扱ふものと同じ寒天培養基を使ひ、しかもその硝子皿の底面には墨字で書いた紙を貼る代りに、ブリキ製の十字形を置き暗箱に入れて、その皿を各々半米の距離に保たせて、これを倒にしてから長い棒に結び附けて、水の澄んだこの湖水にまつすぐに沈めて適宜の所へ安置した。この實驗は九月一四日空も朗かな日であつた。

放置すること四時間でこれを取出し、實驗室に携へて孵卵器に納めたところが、光の作用は一・六米の深さまで達し、その範圍内に置かれた容器の芽胞は發育を遂げ得ないで、二・六米の深さにあつた培養基では受光した芽胞と、日蔭にあつた芽胞との發育には明かな差異があり、三・一米の深さに於いてはその差が益々顯著であつた。

この實驗によればすべて透明な水中での光の影響は、二米の深さに達してもなほよく細菌に作用する可能性のあることを知り得たのであつた。

海水の芽胞含有について　海水中の細菌含有量は、表面に近づくに從つて深所よりも少量であることは、スタルンベルゲル湖に於いて行はれた實驗の結果でも明かである。熱帶地方で測定した結果によると、一〇米の深所には表面にある細菌含有量の十倍の割合であるとされてゐる。しかしこの實驗をするには、天氣が快晴で無風狀態のときでなければならない。天候が惡く波騷ぐときは、到底その差異を認めることが出來がたいのである。ノルウェーの海水でも同樣の試驗をした人があつたが、その實驗

によると、海面からいくらも沈むことがなくても芽胞の數は二倍に增加し、一〇米から二〇米の深所になると表面の數の約十倍となつた。こんなに北方の海水にこのやうに繁殖が盛んなことは、熱帶地方のやうに太陽の光が强烈でないからである。

かうした關係からみて漁場の北方に多いことも、十分領けられることであらう。

細菌の新陳代謝産出物　細菌が生成した新陳代謝産出物は、光の影響を被るかどうかは一顧に價する。ドーネスとブラントは進んで光を治療上に用ひやうとして、緊要な問題を解決した。彼等は嘗て蔗糖酵素を空氣中で數週間も日光に曝して、その糖化力が非常に減退することを實驗した。更にその實驗を幾度となく繰返したが、最初のうちは反對の結果を齎したが、遂にその眞實であることを確めることが出來た。普通では太陽光線が糖化素を侵す場合に、酸素の存在が必要であるが、紫外線に限つては必ずしも酸素の存在を俟たないで、よく酵素の力を失はしめるものだといふことを確定したのである（ヨドルバウエル）。過酸化物及びカタラーゼ等の酵素は、光に感じ易く、可視光線であつても、また紫外線であつてもその何れのものにも作用せられるものである。ただ認識スペクトルム光線の作用には、酸素の存在を必要とするものであつて、若しも酸素が缺乏すると光の作用を受けることはない。フォンータバイネルは紫外線のときには酸素の存在を要しないといひ、またヘルテルの研究によると、波長百萬分の二八〇糎のマグネシウム光が發した强力な紫外線では、凝乳酵素と糖化酵素の醱酵力を微弱にさせるか、或ひは全く無效なものにするといふことである。

ヘルテルの發見したところによると、ジフテリヤ毒素に波長百萬分の二八〇糎の紫外線を作用させるときは、五分間も經たない內に血清效力を失つて、これをいかに注射しても試驗動物は依然として健康を保つてゐる。なほ抗毒素には三〇分間も照射したが、まだ光の影響を受けるやうにはならなかつた。しかしトリプシン糖化酵素と凝乳酵素とは、比較的短時間でも既に光の影響を現すことを實驗した。

第五章　細菌とその他の微生體に及ぼす光の刺戟

細菌が光の爲にその發育を阻止されることは、既に前章で詳しく說いたところである。この兩者の關係についてただ究理的方面のみでなく、實地的方面、殊に衞生上に於いても緊要な關係を保つてゐる所以をも一瞥した。すべての細菌は光の影響を被ることによつて、常にその感受性が昂まつてくるといふ一般的通有性をもつてゐることは、多くの學者の認容してゐるところであるが、なほここに光と細菌との間には、更に他の關係によつて結ばれてゐるものがある。

多くの細菌について考察してみると、光は一面細菌に有害な暴威をしかも容赦なく與へるが、また一方にはその生活力を燻んにして、その發育を促進してゐることもある。強力の光は微生物にとつては、勿論恐るべき敵ではあるが、弱い光こそは彼等の生存上に、缺くことの出來ない刺戟作用を與へるものである。光の刺戟は生物に對してずゐぶん多種多樣な結果を齎すものであつて、細菌の反應などのやうなものも光に負ふ作用である。まことに生物の生命を支配する光の多方面に亙る影響には、驚くべきことが無數にある。單に所謂細菌ばかりではなく、すべて下級な發育を遂げる植物性微生物や、辛じて動物の域に列することの出來る細胞體も、光の作用を受けて反應を起すものである。そしてその反應に至つてはまた錯雜極まりがない。これ等の下等生物も亦光の作用が强烈に過ぐるときは、その感光性が亢進して死滅に至るものである。しかし生命にこのやうな變化を及ぼす爲には、光に一定の性質が必要である。また或種類では細胞原形質が光の刺戟を受け、これを吸收して特有な生活現象を示すものもある。その構造が低級で比較的簡單な生活をしてゐる下級植物と、單細胞性動物との區別の分明しがたいやうなものにあつては、光によつて起る反應は植物性であつても動物性であつても、その微生體に與へる影響はともに同一の徑路を辿つてゐる。

それであるから簡單な構造をもつてゐる原形質動物に及ぼす光の作用を以て、研究上その單位と見做しても敢へて差支へがないと思ふ。

運動刺戟　生活してゐる原形質に及ぼす光の關係を述べる前に、第一に研究しなければならないのは運動現象である。藻類・滴虫類及び細菌等は運動を營むに際して、光の影響を受けるところの性質をもつてゐる。それは原形質の內に含まれてゐる葉綠素、或ひは葉綠素に類似してゐる色素を含む或單一體である。また無色の單細胞微生體にも、同樣の現象を起すものがある。光は常にこれ等諸種の生物體の運動に於ける速度・方面・狀態及び時間に對して、大きな影響を及ぼすものであつて、そしてかうした場合でも光線とか、運動とか、その反應の强さとか、性狀などは作用する光の種類・强さ及び方向によつて異るものであつて、また受光性、その特性、その固體關係によつても左右せられるものである。

エンゲルマンの說明　エンゲルマンは光學運動的反應について、少なくとも左記の根本的に異つた狀態で、光が下等動物の運動に影響するものであることを證言してゐる。

第一　何等の感覺をも起すことのない瓦斯交換の變化
第二　瓦期交換の變化及び呼吸に伴ふ感覺
第三　特異的機能の興奮

硅藻類　原形質に葉綠素或ひはこれに類似した色素を含有してゐる藻類、卽ち硅藻（Diatomeen）と顫藻（Oscillarineen）の運動は、酸素が存在してゐるかどうかによつて異るものである。であるから、今假りに酸素を奪ひ去つたとすると、立ちどころに運動を中止するが、これに酸素を供給してやるときは、再び運動を續けるやうになるのである。そして最も活潑な運動をするときは、酸素の壓力が大氣の壓力よりも遙かに低いときであつて、この運動がまだ極度に達しなければ、酸素の張力增減はやがてこれ等の運動エネルギーの增減となつて現れるものである。若しまた周圍に酸素が存

在しなかつたならば、光と葉綠素との作用によつて運動に必要な酸素を自ら生成するのである。從つて暗所にあるときは、酸素を生成することが出來ないから、運動も自然に中絶するが、これを少しでも供給すると再び運動を開始するのである。外部からの酸素供給が十分である場合は、光は運動のエネルギーに大した影響をも及ぼさない。なほ酸素を發生して運動を起させる光は赤色光である。


硅藻（擴大）


顫藻（擴大）

前述の藻類中、殊にこの運動をよく現す代表的なものは硅藻類であるが、その他細菌の中にも、光の影響を受けてこれと同樣な運動を惹起するものがある。例へばエンゲルマンの研究した鹽素菌（Bacterium chlorium）のやうなものは、その酸素を缺いたときには白色・青色及び黄色光の部分に群がる傾向を示し、酸素の存在するときは光の運動刺戟には全く反應を起さないものである。

ザウリムシ　滴虫類に屬するザウリムシも、酸素の張力が普通若しくはそれ以上に昇るときは、光に對して反應しない。これに反して酸素の張力が低下し始めると、不安狀態を呈して、酸素の多い部分を探し求めるものである。例へば被蓋硝子板に水滴を滴下して、ザウリムシを入れ、密閉しないで數時間暗い場所に保留するときは、ザウリムシは群集しないで、酸素を十分に含む水滴中にあるときと同じやうに、所を撰ばず散在する。しかし今ザウリムシを被蓋硝子板の下に入れて、少しも新しい空氣がはいらぬやうに密閉してから、長時間暗室中に置くときは、酸素が次第に減ずるに從


ザウリムシ（擴大）

ザウリムシは被蓋硝子の緣邊に聚集するか、或ひは被蓋硝子下の水滴に、若しも大きな氣泡でもあれば、その周圍に群集して、ちやうど掩蔽しない水滴中にあるやうに靜止するものである。更に同じ條件の下で散光に曝してみても、ザウリムシは群集しないで、酸素を十分に含む水滴中にあるときと同じやうに、所を撰ばず散在する。しかし今ザウリムシを被蓋硝子板の下に入れて、少しも新しい空氣がはいらぬやうに密閉してから、長時間暗室中に置くときは、酸素が次第に減ずるに從

つて、忽ち不安の狀を現して來て、その體形は徐々に伸びて楕圓形となり、その縦軸を中心として廻轉しながら、比較的早い速度で直線の方向に前進するが、これに數分間ぐらゐ光を當てると(白色または赤色光線が最良である)、再び安靜に復して扁平になる。このやうな狀態にあるとき、引續いて外圍の酸素を減らすと、光に對して益々鋭敏に反應するものである。またこれを光のある明るい所と、光のない暗い所との境に置いて、一方へ移動させるか、或ひはその體の後半を明るい方に、前半を暗い方に向けて置けば、忽ち光の方へその向きを轉じていかにも暗所を忌み嫌ふ心あるもののやうな狀態を示すものである。標本を顯微鏡分光器の光で照せば、滴虫は綠色・青色・赤色光の方に移らうと努力するが、若しも水滴に酸素を含んでゐる場合は通常の狀態のやうにして靜止する。つまりザウリムシは原形質の葉綠素の力によつて、自ら酸素を成生して、不十分な酸素を補つて均齊にしようとする現象を現すものである。就中赤色光線は葉綠素によつて酸素の成生を助けさせて、減少した酸素の張力を償ふのに力あるものである。

酸素の張力が極度に昂まれば、またザウリムシは急に不安の狀態を呈して、酸素の高い張力から避けようとして後方に游泳する傾向を現すのである。またたとへ酸素の張力が通常であつても、忽然として強く照らされたときも、前と同樣な運動現象を起すものである。酸素が不十分の上に、光に照らされたときもやはり不安の狀に陷つて、非常に激しく運動して矢のやうに迅速に暗い所に退いて、安靜狀態を保つのである。そしてかうした顯微鏡分光器の光の內で、一番恐怖させるものは赤色光線である。赤色光線が作用して酸素を發生すれば、體內の酸素の張力が增加して不安にさせるものであらう。ザウリムシは酸素の張力が變化する微細な差をも感受するもので、この能力は光によつて、運動に變化を及ぼすものである。通常狹義の感光性については說明することが出來ない。

綠色エウグレナ(Euglena viridis)(一名ミドリムシ)　ここでは他の動物の例を擧

げて、光が運動を支配することを述べてみよう。エングルマンの引用した綠色エウグレナは南方の海水に棲息してゐて、葉綠素を含有し、圓錐形をした鞭毛蟲(Flagellaten)の一種である。體の前部には葉綠素を缺いた無色の原形質があつて、その先きは長い鞭毛となつて赤色斑がある。鞭毛蟲は非常に感光性に富んでゐて、酸素の張力にはさまで左右されない。水滴中にこの鞭毛蟲がゐるとき、その水の一部を照輝すると鞭毛蟲が明るい所に集る。そして明るい所に群つてゐたときであれば再び動かない。しかし暗い所に行けばまた明るい所に集つて來る。前進した鞭毛蟲に後部から強い陰影を投ずると、赤色斑のある鞭毛と葉綠素を缺いた體の前部が、陰影内に隱されてしまふまでは決して反應を起さない。換言すれば葉綠素を含有してゐる部分は、光とか陰影に對しては全く感應しないものであるらしい。しかし陰影が體の前部に達すると、忽ち前進運動を止めて向き直つて、體の前部を陰影内に入れるのである。であるから、鞭毛蟲は光を感じるけれども、その感光性のある所は葉綠素の缺けてゐる體の前部である。顯微鏡分光器に對しては硅藻類及びザウリムシと異なり、赤色を好まず、スペクトルムの中、屈折の強い紫色の部分に群る性質がある。



ミドリムシ(擴大)

紫色バクテリア　生物學者にとつて極めて興味のあるものは、淡水や海水中に棲息してゐるエンゲルマンの所謂紫色バクテリア卽ち分裂菌であらう。これは同種類の硫黄バクテリアと同じやうに、硫化水素が存在してゐれば硫黄粒を體内に攝取して、硫酸とする特質を具へてゐるものであるが、原形質のどこにでも紫色の點狀色素をもつてゐる點で、他の硫黄バクテリアと區別することが出來るのである。紫色バクテリアの原形質は光の作用を受け、炭酸瓦斯を同化して酸素を發生する能力をもつてゐる。そしてその生長とか繁殖とかには、必ず光を必要とするのは、これが生活上酸素を必要とする爲からである。紫色バクテリアこそは、いはば葉綠素を含む植物のやうな作

用を營むものであつて、植物性細胞は光學的集成によつて、炭酸瓦斯を同化して酸素を發生するには、ただ綠色葉綠素ばかりではなく、他の色の葉綠素もこの働きに參與するものであると同じやうに、紫色バクテリアにあつても、やはり同樣の同化作用のあることを知ることが出來る。

紫色バクテリアは光によつて敏捷な運動の出來るものであるが、なほ一定の光の作用によつても運動を營むものである。暗い所では位置變換の速度が減少して來る。若しこれを長時間に亙つて暗所に置けば運動は全く靜止する。このバクテリアも藻類の群集胞子のやうに、或ときには光源に引附けられ、或ときには光源を遠ざかつたりして、所謂光感應の現象を現すものである。そしてこの炭酸瓦斯の同化作用や、諸種の光學的運動現象は、主に赤外線と黃色線の力に基くものであつて、從つて紫色バクテリアはこれ等の光線を最もよく吸收するものである。

光測バクテリア　これは紫色バクテリアの一種であつて、光と色には實に特異的のものがあつて、且つその感應力が頗る強く、光の強さ及び波長の差の微細までをも判別する能力がある爲に、エンゲルマンが特に光測バクテリアと命名した。この細菌は赤色の棍棒狀をしたもので、自由に運動し、一端には微細な纖毛を具へてゐる。今これを水滴の中に容れ顯微鏡下で檢すると、長軸に廻轉しつつしかも直線或ひは弱い曲線に、同一の速度で游泳しながら纖毛を具へた尾端を、常に前方に向けて進むものである。同方向に廻轉し暫時靜止してはまた動き、動いてはまた靜止する。なほその運動や靜止狀態は、光によつて左右されることを容易に觀察することが出來る。光のない所では少しの運動さへも起さないが、光を受けると初めて運動を始める。そして一度運動を始めても、照輝を止めるか或ひは照輝の有樣を變へるときは、やはり運動も靜止する。標本の水分蒸散を防いで夜間暗い所に置いて翌朝再び見ると、最初は運動を始めないが、五分から十分ぐらゐすると運動を始め、そして次第にその運動も激しくなる。數時間この標本を光に曝して、再び暗所に持ち歸れば、その運動の速度は漸

次に弱まり、數時間後にはもはや運動を認めることが出來なくなる。

この細菌は光の爲に運動能力を發揮することは、感光性をもつて週期的運動をする植物等に見られる日光感應と同樣なものである。ここでは光が瞬間的に效力を現すものではなく、一定の時間が必要であつて、その時間はまた明確に測定出來得るものである。

光學的運動の生ずるまでの時間は、一般にその作用する光の強いほど短いものであるが、最も好都合な場合では數分間を要しないことがある。

また暗所に保留して置く時間が短ければ短いだけ、その運動を開始することも速がであつて、運動の速度も亦光の強さが增すに從つて、刻々その勢を增してゆくものである。

光學的運動についてエンゲルマンのいふところによると、「光の強さが徐々に加はれば、その力の衰へることは緩漫である。豫め永く照輝し、且つその光力が強いときには、運動の靜止する時間は遲延するものである」と。

光の強さを同じやうに持續的に作用させれば、大抵の細菌は運動を靜止するものである。それ故、強い光は抑制的或ひは麻痺的作用があるのだと唱へられてゐる。今、水滴中の細菌の一部分を强く照らすと、數分間も經たないで水滴の底面とか被蓋硝子板の裏面下とかに固著して、僅かに運動をしてゐるが、なほも引續いて光に當ててゐると、益々運動の傾向を減じ、數時間に及んで外界の事情を變へると、數日後までも靜止し、分裂作用等は全く起さない。これを「細菌が光線强直に陷つた」といふのである。ところが細菌が暫く光の中で靜止してゐるとき、急に暗くすると忽ち四方に分散して强い光を避けながら、餘り明るくない部分を探し求めるのである。

これ等の現象から推察して、光測バクテリアは卽ち光の差異を鑑別するものであることを識ることが出來よう。そしてこの鑑別能力は頗る汎く、且つまた非常に發達してゐる。水滴に細菌を入れて通常通りに十分光を通じてから、顯微鏡で檢べる際、反

對にその鏡面を被つて急に弱めると、今まで視野を平かに游泳してゐた細菌は忽ち退却し始め、敏捷に長軸方向に廻轉しながら、或場所に來て止り、そこで通常の運動を再び始める。そして退歩するときには、體の尾端を先にして進んで、反對の方面に廻轉するものである。

このやうに急激に光度を增減したり、暗黑にしたりすることによつて起る運動は、卽ち驚怖運動に他ならないのである。しかし光力が漸層的に減退したり、またこの反對に、その强さが徐々に遞增したりする場合には、かうした驚怖運動は起らないものである。尤も運動速度は多少增減する傾があつても、その方向を變ずることは全くない。一部を照せば細菌は光の當る部分に聚集して、その場所を逃れ去らうとはしないが、暗くすれば忽ち驚怖運動を起すのである。

光を感覺するものは、細菌體に分布してゐる色素であることは、顯微鏡分光器で光測バクテリアの群集してゐる水滴を檢べてみるとよくわかる。細菌の受けるスペクトルムのそれぞれの色の影響は、それぞれ別であつて、特有な分布をしてゐるものである。そして細菌は主として赤色光に集つて、これから漸次赤外線に向かひ、しかも徐徐に移行する。同時にまた黃色と橙色との部では、明かに區別して群集するものがある。綠色・靑色・紫色の部ではまばらに集り、紫色とその外端には殆ど集らない。ちやうどこの二線には暗黑のやうな作用があるものと思はれる。

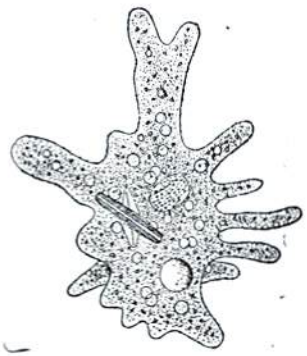
一定した光を長時間續けると、細菌は密集固著して決して移動しない。顯微鏡分光器のそれぞれの光に集つた群れは、紫色バクテリアが吸收した色帶に相當してゐる。結局、分光器の光の强さは各部で異つてゐるから、その區域にある群れに影響を及ぼしたのである。し

細菌の光に對する鑑別力の境界は、その一方は吾々人間の感覺と同樣に、スペクトルムの紫の部までであるが、他方赤色の部は人間よりも遙かに發達して、赤外線卽ち波長一糎の八億萬分の一乃至は九億萬分の一の振動數の光線でさへも、著しく感應す

るものである。この赤外線に對する感光力は實に著明なもので、エンゲルマンは赤外線の通過する感光標本を定める場合には、この光測バクテリアを利用することが最上であるとまでいつてゐるくらゐである。光線の種類が違ふと運動の速度も異り、また感光運動も變ずるのである。闇盲強直から再び運動を恢復する場合には、赤外線の方は強く屈折する紫外線よりも遙かに速かになり、またこの光測バクテリアは元來自體に吸收する光だけに反應するものである。

運動を起すところの光は、生活してゐる細菌の色素に最も好く吸收せられる線であつて、赤外線と橙黄色の光線がそれである。

アメーバ　日の射してゐる淡水の池邊や泥中には、單細菌アメーバやう小動物卽ちグレーフの發見したペロミクサーパルストリス（Pelomyxa palustris）がよく棲息してゐる。この動物は形圓く、直徑一粍の原形質體であつて、一箇の核と砂泥の細粒を含んで一見汚い灰色をしてゐる。ペロミクサの運動は、通常の光ではアメーバのやうに緩漫であつて、隨所に平つたい虛足（僞足）を出し、細胞體がこれに移り、漸次に虛足が增大して遂に全體となつて、遲々として進行するのである。



アメーバ（擴大）

エンゲルマンはこの動物が、對物鏡に陰影を生じさせると、すぐに運動現象に變化が起つて來る。若し手で以て射入光線を遮つたりすると、棍棒狀となつて突出してゐた虛足の中へすばやく體を移し、直行か或ひは緩かな曲線運動で匍匐するといつてゐる。光を遮つた手を取れば、またすぐと運動を止めて、ちやうど電氣にでも擊たれたやうになつて、數分間で圓形になる。暗室で弱い光に當てると、元の棍棒狀に變つて敏活な運動を營み始めるが、急に窓を開放して適度の光を導き入れると、圓形になつて運動も靜止する。徐々に光の强さを增すか、或ひは暗黑から漸次照明に移して行くときには、目立つほどの形狀變化や位置の變動を起さ

ない。

この原生動物を觀察するに、急激に光を受けるとこれが運動體を激しく刺戟して、原形質收縮の動機となつて、電氣的・機械的溫度及び化學的刺戟などを受けたと同一の作用をするのである。かうした現象は色素を持つてゐない生物にあつては、紫色バクテリアのやうに、有色原形質で豫め光に對する感覺力のあるものとは違つて、重要視せねばならない現象である。

腐敗アメーバ　腐敗アメーバーはアメリカの學者によつて發見されたものである。これを急に屈折の強い光で照らすと運動を開始する。そしてたとへ光線強直を起しても圓形とはならないで、光を受けた瞬間もあつたままの形狀をしてゐるが、この強直は數分間で消失して、また元通りで原形質の運動を始めるのである。強直は弱屈折の光線が、強屈折の光線に移つて行くときに起るものであるから、この反對の條件では強直が起らない。これには赤色光線は暗黒と同樣であつて運動も亦敏活である。

アメーバの種類によつて、各々の光に對する反應を異にしてゐるから、單に引用した例を一括して結論することが出來ないのである。

ドライエルがフィンゼンの研究所で試驗したアメーバは、前記のペロミクサとは全然別種のもので、決して瞬間的に收縮を起さなかつたのである。強い光では四五分から五〇分間で死滅するが、室內溫度ぐらゐであると虛足を出して活潑な運動をする。光線の青色は運動を盛んにさせるが、赤色の方は反對に遲緩にさせ、また強い屈折力のある集合光は、遂に死滅させるものである。特に外部紫外線はこの點で他の光線に比べて、かなり卓越してゐるやうである。

顫毛蟲の或種のものは顫毛運動をする。例へばプレウロネーマークリサーリス（Pleuronema chrysalis）は小豆形の滴蟲であつて、通常水中に長く靜止して、放線狀の長い顫毛は全く不動であるが、少しの張力でも與へると忽ち顫毛を烈しく動かし、蚤のやうに水中を跳び廻りながら他の場所へ移つて行つては靜止するものである。多

數この滴蟲を集めて載物硝子に載せ、顯微鏡の絞りを閉ざすと飛跳運動を始める。そして光が變化しない限りは、この運動を反覆繰返へして混亂極まりないものである。顫毛の飛跳運動は光が忽然と射入した瞬間に起るのではなく、その間に一秒乃至二秒間の潛伏期が存在するのである。

分光器で檢査した單色硝子か、或ひは色素溶液を光と載物硝子との間に挿むときはその飛跳運動は光の熱に關係したものではなくて、青色と紫色の光に基くことを證明することが出來る。一面には飛跳運動は熱作用によつても起るのであるが、日光の溫度ではまだ運動を起すまでにはならない。

病的作用　光で起るすべての生理的運動刺戟は、やがて病的作用をも起すものであることを知つて置かなくてはならない。運動性の細菌に強い化學線に富んだ光を作用させれば、最初のうちは運動の速度を促進するが、暫くしてその速度も減退して、受光が久しく續けば續くほど、速度はだんだんと緩漫となつて、後には靜止して麻痺に陷り、遂に死に至るものである。ヘルテルの觀察したところによると、大抵の滴蟲類は波長二億八千萬分の一糎の紫外線でも、初めは極めて不安狀態となつて明るい視野を迅速にあちこちと廻轉するが、やがてその運動狀態も變つて來るとともに、その範圍も漸次狹くなり遂に靜止するものである。なほしばしば圓形の原形質から、透明な小滴を産出しては破壞して行くのを見たといつてゐる。



ラッパ蟲（擴大）

多形性ラッパ蟲（Stentor Polymorphus）は光によつて前進力を促進するものであるが、強い光に遇へば收縮してすぐ圓形に變つて、しばしば局部に一見麻痺したやうな狀態を現して、伸びようとは努めるが遂に原形質を壞してしまふ。收縮機能のある原形質が化學線に遭遇すると、先づ初めのうちは運動速度を增進するが、やがて緩漫となり麻痺から破壞に至るものである。ヘルテルはこの現象を見て、光は細菌の原形質を直接に刺

載することを知つて、これから推測して高等動物――脊椎動物でも亦その細胞が光に對して反應を起し、光が血管に當れば血液の循環を中絶し、また表皮に受光させれば表皮細胞に變化を起すものであるといつてゐる。

色素を生ずる細菌　多くの細菌の内には色素を分泌するものがある。そしてこの物質によつて菌體は染色されるものであるが、この色素は光の影響を被ることが多い。通常の光では色素の形成が妨害されるものであることは、ブスクの實驗に徴しても明白であるが、彼は靈菌をペトリ皿寒天培養基に培養して、室内温度で直射太陽の光からいろいろと強さの異つた光や、暗黒に二四時間乃至四八時間曝したところが、左のやうな結果を得た。

一、直射太陽の光に曝した細菌は、大部分發育を阻碍される。

二、強い日光に曝したものは、僅かに發育するが色素は形成されない。

三、弱い日光に曝したものは、暗い場所に置いたものと同じやうに、發育を遂げ且つ色素は灰白色を呈するものである。また東向きの窓を備へた室の中央に置いたものは赤色素を作る。

四、全く暗い所へ置いたものは深赤色を現す。

しかし或細菌には色素を形成する際に、光の必要を缺くことの出來ないものがある。例へば球狀菌などは暗い所では無色であるが、光に遇へばその培養基が硫黄色を示すやうなものである。

グニーブスクは靈菌の培養が鮮紅色になるまで暗い場所で繁殖させてから、太陽の光または散光に曝したところ、間もなく培養基の著色は褪せ、しかも光の強いほどその褪色の度が速かであることを知つた。それ故光は既に生成された色素を褪色させる力を持つてゐるものである。ブスクは散光によつて發育しつつある靈菌の培養は、絶えず色素を生成するが、その色素はまた光によつて、順次消失されてゐるものであると考へたのは尤もなことである。今、靈菌培養基を光に曝して褪色させて、再びそ

の發育に好都合な暗所に運ぶときは、細菌は更に發育して、また赤色を現すやうになる。このやうに一度褪色した細菌からでも、新に發育した細菌と同じやうに、決してその色素を生成する能力を失はないものである。しかし光に遇つて褪色した性質は、數代遺傳させることが出來るから、この有色の細菌でも適當な條件を附しさへすれば無色のものとして培養することも出來るのである。

色の順應　エングルマンとガイズコーは、紫色のオスチラリネン(Oscillarineen)から種々な色をもつてゐる新培養を完成することが出來た。二人は單色光を使つて、培養を分光器で檢定した光線濾過器の下に置いて試驗したのであるが、二箇月後になつてその成績は次のやうになつた。

赤色の光を用ひた培養基では……綠色を呈す
黃色の光では……青綠色を呈す
綠色の光では……赤色を呈す
青色の光では……黃褐色を呈す

卽ち、單一色光ではオスチラリネンは、各培養基に作用したスペクトルムの色の補色を現出したことが知られる。すべての植物性有機物と同じく、オスチラリネンにはその生活條件として、色素が炭酸瓦斯の同化作用に關係がある。しかし赤色の光は獨り綠色色素に、また綠色の光は赤色色素に働いて同化作用を起すものである。これに反して綠色の細胞に最も作用するものは赤色の波長であるし、また赤色の細胞には綠色の光が最も强く働くものである。すべてこのやうにその色に對して、補色を現す光は强い同化力をもつてゐるものである。オスチラリネンは光の變化に順應する力があるから、その色素の變化つまり色の順應によつて、自己の生存に一番好都合の適應を撰ぶことが出來る。そして最もよくその補色を現す場合は健全であつて、運動も敏活である。

このエングルマンとガイズコーは旣に記載したやうに、海水や湖水に生長してゐる

水草が、水の深さの增すに從つて、異つた色をなしてゐることに著眼して、初めてかうした有益な實驗をすることが出來るやうになつたのである。

光力的現象　前章では殺菌力を現すものは、主として波長の短い光であつて、波長の長い光は却つて殺菌力が不十分であることを說いた。屈折率の弱い光は殺菌力は微弱であるが、若し培養基に同時に熱を働かせるか、或ひは光に曝して酸素を作用させるやうにすれば、たとへ弱い光でもその殺菌力を昂めることが出來る。光の集合的作用に關しては、タバイネルとその門下生などの研究によつて、初めて注目せられるやうになつた。ここで光の作用を考へるに當つて、一つの注意せねばならぬ現象がある。それは波長の長い光が、螢光性溶液中に吸收されて、螢光することがあるといふことである。タバイネルは光のこの作用を光力的現象と呼んでゐる。

タバイネルの門下生ラーブはアクリジン（Acridin）の中毒作用を研究した際にも、滴蟲類の一種である尾類ザウリムシ（Paramaecium caudatum）には、一定の化學的物質が作用を及ぼすことを知つて、それを快晴の日とか曇天とかに實驗してみたが、その作用の現れる有樣が、實に千態萬變であることを知つた。例へば二萬倍の鹽酸アクリジン溶液の中にザウリムシを入れたところ、或日には八〇分間で死し、或日には八〇〇分から一〇〇〇分間までも要して漸く死んだ。暗室内に置かれた容器では、ザウリムシは數日間生存してゐるが、散光に曝せば約六〇分間で死に、太陽の光では僅かに六分後に死んでしまつた。ザウリムシを入れた容器と光源との間に熱線を吸收する物質を挿んで、太陽熱を吸收させて光の作用だけを働かせたが、その成績は前と同樣である。直接の太陽の光ばかりではザウリムシは目に附くほどの害も受けずに、長時間これに耐へることが出來るものである。

タバイネルはこの觀察を追及して、アクリジン・ヘエーニールーアクリジン・エオジン及びキニーネの稀釋液は、暗所では有毒作用が全く起らないが、たとへまた起つてもその力は微弱である。しかし若し螢光作用を起すものと結合して、光をザウリム

シに當てるときは激しい有害作用を及ぼすことを實驗した。

すべてこの螢光性のある物質を稀釋溶液にすると、光力的現象を現すものである。タバイネルの門下生ヨドルバウエルは、三萬倍に稀釋したローゼーベンガーレ（Rose bengale）――螢光物の標本――を暗所でザウリムシに作用させたところが、一六時間後に美事この滴蟲を殺した。しかし溶液を日光に曝して、螢光を發生させたときには僅か一分間以内にこれを殺すことが出來た。六萬倍の溶液中にザウリムシを入れて、これを殺すには暗室中では四八時間を要したが、光に曝せば一時間で十分であつた。また六百萬倍に稀釋した溶液ですら、僅かに五時間しかかからなかつたといふことである。このやうに螢光性物質は著しく稀釋しても、よくその光力的現象を現すことは實に驚くべきものである。

この作用は獨りザウリムシに及ぼすばかりでなく、他の滴蟲類に對しても同じことである。タバイネルとブスクとは、血液寄生蟲病の日光療法を研究した際に、トリパノゾームの種類も、亦螢光性物質の光力的作用を受けることを知つた。螢光性物質の細菌に作用することについて、ラーブは有益な實驗を行つた。それには先づ硝子製の試驗管三箇を選び、第一のものには蒸溜水を容れ、第二及び第三には螢光性物質の稀釋溶液を容れ、それぞれに綠膿菌新培養基を移して、第一と第二の試驗管を熱線の吸收の爲に、硫酸銅溶液を容れた器の後側に置いて日光に三時間曝し、第三の試驗管は暗室に置いた。そして各三管から別々に新たに扁平寒天培養基で培養したところが、二、三日後になつて、第一と第三の試驗管からは寒天面の上に多數の菌の聚落が發育した。太陽の光ばかりでは、（この曝露時間だけでの）特に認められるやうな障害も現さないで、ちやうど暗室の中に保存された螢光性溶液のものと全く同一であつたが、第二の試驗管で培養したものからは、細菌の發育を阻害されてゐるのを見た。これこそ螢光性物質と相俟つて、細菌に甚だ不幸な作用を齎したからである。これによつて諸種の螢光性の物質は、強い有害作用を現すものだといふことが知られる。

タバイネルとヨドルとバウエルの二人は、このラーブの實驗を繰返して、細菌に螢光性物質を散光と一緒に當ててみたところが、暗い所とかまた光ばかりではまだ十分に有害作用を認められないほどの時間であるにかかはらず、もう既に細菌の死滅するのを見た。しかしこの殺菌時間は、ザウリムシを殺す時間よりも遙かに長いものであつた。細菌は光の現象を起し易い物質をよく選擇するものであるが、その原因は細菌體の被膜が粗雜なものであるから、螢光性物質を意想外によく通過させるによるのである。なほ絲狀菌も亦これと同じである。

フォンータバイネルは更に次のやうな興味ある實驗を行つてゐる。綠膿菌を水に混ぜると、螢光性物質が出來るものであるが、これから生じた螢光性物質は、果してザウリムシに光力的作用を及ぼすものかどうかを實驗しようとした。これが爲に彼は微かに青灰色の螢光を發する殺菌羹汁培養基を使つたのである。この實驗によると暗室内では二四時間經過後でも、なほこのザウリムシの大部分は生活を持續してゐるが、綠膿菌培養をザウリムシの培養と混和して、散光に曝せば僅かに一時間で死滅した。光力的物質の作用はやはり高等動物の細胞にも影響するものであることは、ここに斷言し得られるのである。光力的作用によつて、蛙の咽頭粘膜の顫毛表皮の運動は中止するし、亦血球は破壞され、白血球殊に淋巴球も攻擊されるのである。

ヨドルバウエルは、酵素と毒素とは光に當つた際に、螢光性物質によつて影響せられるものであるといふ精密な實證を公にした。これは非常に重要な業績といはねばならない。それはかうである。澱粉を糖化するジアスターゼや、蔗糖を分解する蔗糖酵素や、醱酵を促すチマーゼや、また牛乳を凝固させる凝乳酵素とか、蛋白質を分解させるパパヨチンとトリプシンとかは、エオジン・エリトロジンその他の螢光發生物質と混ぜ合せて光に曝されると、その作用するさしもの力をも失つて了ふものである。暗所に於いて濃度の高くないときには、その作用には別に變りのないものである。これによつて、光が酵素に影響することがよく知り得られるのである。若し螢光性物質

を加へれば、上記の酵素の感光性は頓かに增進するものである。

毒素の內リチンはこれに螢光性物質を加へると、比較的短時間の內に赤血球に對する凝集力を失ひ、毒性作用も低減し、從つて試驗動物などは五倍乃至十倍の致死量にも堪へることが出來る。またクロチンの血球溶解作用も、或螢光性物質を加へられることによつて消滅するものである。ジフテリア毒素に螢光發生物質を加へて、三日間散光に曝すときには、著しくその毒素の效力を減じ、極量の百二十倍を天竺鼠に注射しても、何等の反應も起さない。破傷風の毒素もこれと同じく、鼠の皮下に極量の一乃至十倍を注射しても何等の反應も現れない。また抗毒素血清の補體及び沈降素も、この光力的物質の影響を受けるものである。

光力的現象についての學者の所見は多樣である。光は螢光を發生させると同時に逆に螢光を吸收することは、旣にヨドルバウエルの喝破したところであるが、ただ吸收だけの說明ではまだ不十分の嫌がある。螢光發生物質と同じやうに、螢光の吸收出來る卽ち非螢光性物質も、細胞內に侵入して往々有害作用を現すものである。これに反して、ザウリムシを含んだ一滴の水を、螢光性物質によつて發する光に曝しても、少しの害も受けないこともある。螢光の强さは光力的反應には何等の作用もしないことがある。更に强い螢光發生物質でも、光力作用を起すことの微少なものもあれば、この反對に著しいものもある。

一定の培養基は光によつて過酸化水素を發生すると同じやうに、螢光發生體の溶液も光によつて化學的組成を變化して、酸化作用や還元作用を營んで、生物に有害な物質を造るものである。ルーが羹汁で試驗を行つたし、レドウーレバルドも亦同じやうにエオジン溶液で實驗し、光に曝したエオジン溶液は、光に曝さない溶液よりもザウリムシに對する有害作用の大きいことを知つた。

タバイネルとヨドルバウエルもかうした變化を十分に立證してゐる。

なほこの二人は、長時間太陽の光に曝したエオジン溶液から、酸類の發生すること

をも發見し、それが弱酸であつてもザウリムシに對して、劇しく有毒的に働くことを證明した。更にヨドルバウエルは、「光力作用は極めて迅速に行はれるものであるから、到底この時間では酸類の發生を想像することが不可能であつて、また蔗糖酵素に及ぼす光力的障害は、酸類の發生といふことだけでは說明しがたい」といつてゐる。なぜならば、蔗糖酵素は少しばかりの酸によつては阻害せられることがなく、却つて促進されるものであるからである。レドウーレバルドはなほこの上に有益な觀察をした。それはザウリムシにエオジンの光力作用が働く關係についてである。つまり滴蟲を入れた溶液を被蓋のない大皿に入れて、光に曝してみたところが、硝子管の上部まで溶液を充たした上に蓋をして、光に曝した場合よりも非常に强く作用するのを認めた。ストラウブはこの觀察に基いて、受光したエオジン溶液が酸化作用のある化學物質に及ぼす化學的變化を研究して、光力現象を起す爲には、酸素の存在が必要であるといふことを知つたのである。しかし普通の見解からして、光力的反應には酸素が必ず必要であるといふことは、正當な言葉とはいはれない。この點については、フォンータバイネルとヨドルバウエルとの證明は一層堅實である。「生活してゐる原形質・酵素及び毒素は、酸素の存在の下にのみ作用が起るものである」といつてゐる。

過敏性　ライエルは光力作用を過敏といつた。そしてタバイネルのいつた螢光性體の光力作用と、フォーゲルの寫眞術で稱へたところの過敏との間に、一定の關係があることを述べた。フォーゲルは臭化銀膠質の感光力は、化學的效力に乏しい波長の長い光線でも、これが吸收せられ易い物質を加へることによつて、寫眞板に著しく鋭く作用するといつた。このやうな物質を誘感體といつてゐる。エオジンの光力的現象を寫眞の過敏性に見做すことは、事實上絶對に一致しないけれども、非常に似通ふ點もある。螢光性物質によつて感光性の高まるものは、屈折の弱い光線でもこれによつて强い作用を現すもので、畢竟受光體の吸收力が增加して、光の放つエネルギーを更に他のエネルギーに變換させるものである。

第六章　高等動物に及ぼす光の作用

光と單細胞性動物體との關係は、前に說明した通りであるが、今度は更に進んで光と高等動物との關係を觀察してみよう。吾々は植物とか、單純な構造の生物とかで見た光の生物學的現象よりも、ここでは一層錯綜して微妙なもののあることを知るとともに、實際に正確なる判斷を下すことは容易なことではない。動物の構造が複雜となり、それに伴つて生活現象も益々多岐多樣となつて、神經の支配關係や、五感器と神經中樞との活動の多いものでは、その外圍の影響と刺戟に對する反應は複雜極まりない。

高等動物が受ける光の影響には、概して局所的作用と一般的作用の二つがある。局所的作用といふのは、光を受けた細胞とかその臟器とかの直接的影響であつて、一般的作用は神經系統及び腦の機能の媒介によつて起るものである。

動物の感光は、これまで單に眼球や或ひは特殊の感覺の媒介によつて、起るものと考へられたのであるが、これは大きな誤謬である。身體の表面はその何れの部位でも光線を透過させるものであるといふことから考へれば、どの表面でも實際に光の影響を受けてゐることは明かである。すべて受光した身體の表面は、光線を吸收してエネルギーを他のものに變換するのである。一八五五年モレショットの研究によると、蛙の新陳代謝はその眼球と皮膚とが光を受けて初めて行はれるものであつて、またその實驗ではただ蛙だけではなく、鳥類・二十日鼠・野鼠等の眼球を剔出しても、なほよく光によつて炭酸瓦斯を排出するものであることがわかつた。

皮膚の光學的感覺　グラーベルは盲目の山椒魚（えんざうを）でも、蛾でも、また頭部を切斷した蚯蚓（みみず）等でも、皮膚によつてよく光と色との影響を受ける能力を具備してゐて、光線の赤と青とを區別して、前者を好み後者を避ける性質を具へてゐる。これが所謂有名な

「グラーベルの皮膚光覺」である。

蚯蚓　ダーウィンは蚯蚓が光を避けるのは、光を感じ易い爲であつて、また蚯蚓は明るい所や青色光線と紫色光線を避けて、暗い所と赤色光線とを好むものだといふことを知つた。

フィンゼンは蚯蚓について次のやうな試驗をした。それは長さ二〇糎、幅・高さ各七糎の紙箱を作り、その中を仕切つてその一つ一つへ蚯蚓二〇匹づつを入れて、各々色硝子板で赤・綠・青……といふやうにスペクトルムの順に、並列して箱の上を被うたところが、二、三時間後になると、蚯蚓はみな赤色硝子の蓋の方に移つた。なほ室内光線と太陽の直射光とでこの實驗を反覆したが、みなどれも同じ結果となつた。蚯蚓が青色から逃れて匍ひ出すまでにかかつた時間は、光の強さにより多少は異ふが、大體三〇分から一時間ぐらゐを要した。赤色硝子の蓋の下では蚯蚓は動くこともなく、球狀に簇るのが常である。若し赤色硝子を青色硝子に取換へると、蚯蚓は運動を始め、あちこちと匍行し出すものである。そしてその始動までの時間は凡そ一分である。

光の化學線が、蚯蚓に對してどんなに強い影響を與へるものかといふことは、フィンゼンのこの實驗で明白である。フィンゼンはまた或時、山椒魚の飼料として蚯蚓を澤山に集めて置いたところが、不幸にもその多くは斃死してしまつて、殘つた蚯蚓も氣息奄々の狀態であつたが、その瀕死の蚯蚓を捨てるに忍びなかつたと見えて、さまざまの方法を講じてこれを蘇生させようとし、水を注いだり弄つてみたりなどしたが、結局二〇匹だけ死んだ。そこで、彼はこれに光が作用するかどうかを試さうと思つて、直射する太陽光線に曝したが、その内の四匹は忽ち歪曲してしまつたのである。

動物の向日性　蚯蚓と同じやうに眼のない貝類や、眼を備へてゐながらもその用をなさない介蟲と蝸牛も、極めてよく光には感應するものである（ナーゲル）。プロテウス＝アングィネウス（Proteus anguineus）―（有尾兩棲類に屬してゐる「おるむ」）は非常な

光嫌ひであるが、盲目となつた後でも、好む赤色光線と好まない青色光線とを鋭敏に區別する力がある（ジュホア）。ロエーブは向日性は獨り植物だけではなく、やはり動物にもあつて、眼を具へないものでも、光の強さを減ずると、向日的運動を現すものであるといつてゐる。



ヒドロ（大擴）

固著動物の中、例へば毛足類とかヒドロ・水母類の一種のヒドロードポリープ（Hydrodpolypeu）は、感光器の軸を光の方面に向けてゐるが、もし側面から光を浴びせると、その生長しつつある假足が向日性を現して光のある方に傾くものである。

眼を具へながら光を厭ふ昆蟲でも、有色光線の作用に對してやはり蚯蚓のやうな動作を現すものである。フィンゼンは前に述べたやうな箱に、沙蠶を入れたときに、やはり蚯蚓と同じやうな動作をした。しかもその運動は蚯蚓よりも活潑であるから、その結果も明かであつた。赤色硝子の蓋を取換へて青色光線をこの動物に當てると、忽ち不安の狀態でここかしこと動き廻り、赤色硝子の下に來て、初めて安堵したやうにして靜止する。實驗を反覆してゐる内に、年長者とも覺ほしきものが、第一に自分の取るべき位置を注意するやうな振舞をして、赤色光線を指して動き出すやうな滑稽を演ずるものである。

光の運動刺戟　光は多くの動物に對して運動刺戟となるものである。しかし光を不快に感じてこれを厭ふ動物には、勿論刺戟となるものではない。フィンゼンは大きな長方形の箱の中に一一匹の蝶を入れ、蓋の半分を赤色硝子で、また他の半分を青色硝子で被つたところが、初めは不安さうにみな飛び廻つてゐたが、その中に赤色硝子の下に來て赤色光に浴した蝶は靜かに止つたが、青色光を受けてゐる蝶は依然として羽叩きを續けてゐた。しかし夕陽の沈むと一緒に靜かになつた。かうして一時間後になつて箱の中を覗くと一〇匹は青色の光の方に集り、ただ一匹だけが赤色光に止まつて

ゐた。フィンゼンは更に蓋を取り換へてみたが、一時間後には八匹は青色光線に浴して止まり、三匹は赤色の下に止まつてゐた。

蠅　フィンゼンは大蠅を前と同樣に箱の內に入れて、化學線の運動に關係することを試驗したが、これは好成績が得られなかつた。しかし非常に重要な點を發見した。先づ箱の一方に赤・橙・青の色硝子を張つて、その反對側には無色の硝子を張つた。そしてこの箱を窓際に置いて、色硝子の側を光に向けて一箇月以上熱心に觀察を續けた。蠅は終日箱の內を飛び廻つて、有色光線も少しの影響さへ與へないやうに見えた。

しかしいつも夕方になると、赤色の方に簇がつて徹宵靜止してゐた。稀には一匹が青色の所に、また三、四匹が橙色の所に止まることがあつた。蠅の動作をなほもよく觀察しようとして、少量の砂糖を青色硝子の下に置いたけれども、蠅はこの砂糖には眼を注ぐこともなく、依然として赤色硝子の下に眠つた。次に彼は青色硝子の前に不透明な板を置いて箱の一隅を暗くし、他の隅を赤色の硝子で照らすやうにしたところが、翌日の夕方からはみな暗い所に止まつて眠つた。この實驗は幾度反覆しても、常に同じ結果であつた。かうしてフィンゼンは蠅がどんな光を選擇するかを、十分に確むることが出來なかつたが、とにかく光の刺戟の一番少ない所に靜止することだけは確められたのである。つまり終日倦まず飛び廻つてゐる蠅の運動も、暗くなるとだんだんと緩漫遲鈍になつて、赤色か暗い所に集つて來ては、睡氣を催して遂に眠るのである。

蛙の卵　蛙の卵にも光が運動刺戟となつて作用することは明白である。卵の原形質に太陽の光を直射すると、激しい收縮運動を起すものである。蛙の卵の發育について試驗してみると、胚が一方に向かつて移行する有樣がよくわかる。そして長い胚兒は弓形をして、反對側に向かつて絕えず稻妻のやうに速かな廻轉運動をしてゐるが、これに太陽の直射光を當てるとこの運動は一層劇しくなる。

山椒魚　山椒魚の卵も亦蛙の卵のやうに、やはり光の影響を受ける。しかも蛙の卵よりも大きくてその彎曲度も大きいから、一層はつきりとこの運動現象を見ることが出來る。

フィンゼンは、どの光が胚兒の運動に關係があるのかを試驗しようとして、トリトンクリスタールス（Triton cristatus）種に屬する山椒魚の熟卵を淺い皿に入れて、皿の上をいろいろの單色硝子板で被ひ、皿の水を絶えず取替へ太陽の光に曝したところ、胚兒の運動を最もよく起させるものは青色の光であつて、綠色・黄色・赤色の光では運動はまことに微弱であつた。發育がやや整つた山椒魚には、光の刺戟は一層に強く現れるものである。フィンゼンは水を入れた淺い皿に、長さ約一糎の幼い山椒魚を入れてから、その皿を日蔭に持つて來て、四面反射鏡で太陽の光をその體に當てた。すると僅か二、三秒間で水中を活潑に運動し始めて、二、三時間後には再び靜かになつた。なほこの試驗を反覆したが、その都度この運動に少しの束縛も加へないで、意のままにして置いたにも拘らず、いつも同じやうな結果を得た。また皿の半分を翳し、他の半分を光に當てたが、山椒魚が偶々光の當たる場所に來ると、殆ど衝動的のやうにあちこちと泳ぎ廻り、陰影の所に來て初めて靜止した。今度は皿の上に赤色硝子を置いて試驗してみたが、その場合には山椒魚は靜かにじつとしてゐた。綠色や黄色光では何等の影響をも現さなかつた。ところが青色光線のときは白色光線のやうに、忽ちその反應が起つた。であるから、黄色と綠色の光線とは運動刺戟としては、全く無效であるといふことを緊要な條件として知つて置く必要がある。思ふに、この黄色と綠色光線とは、視官に最大の影響を與へるものであつて、この作用は視神經を興奮させて運動を喚起するものと考へられる。

蝌斗（おたまじやくし）　フィンゼンは蝌斗についてまた興味のある實驗を報告した。これは長時間暗い場所に置いた蝌斗を急に光に當ててみると、蝌斗は活潑に游泳して、平素には見られない運動を營んだといふことである。次いで種々の光を使つて、卵から孵化して發

育する狀態についても試驗した。卽ち毎日水を取換へる毎に蝌斗を日光に浴させたのである。すると赤色光線で發育した蝌斗は、溜水を取替へる毎に活潑に運動したが、青色光線で發育させたものは全く靜止狀態であつた。これはどういふわけかといふに、常に青色光線に浴してゐた蝌斗は、光の刺戟に對して慣習性を賦與せられてゐたので、通常の太陽の光に遇つても、何ほどの刺戟も感じなかつたのに反し、赤色光線に浴してゐたものはこの慣習性を與へられてゐなかつたから、日光を受けるや否や、刺戟現象を現したのである。フィンゼンは實驗に臨んで毎分時の運動を數へたさうであるが、運動するものが光を受けてゐる間は、逐次に增加したといふことである。また日光に五分間照した後で、暗い所へ運び、そこで運動した數を毎分時數へてみたところが、暗所でもなほ運動が繼續されて、受光の時と數とが同じであつたさうである。化學線が運動作用を現すには、暫く時間を待たなければならないが、この運動作用は刺戟が止んだ後で極度となるものである。これを潛伏性狀態とか、後作用とかいふのである。

エンゲルマンが紫色バクテリアについて試驗した光力運動の感應は、化學的物質に及ぼす光の後作用と同じ意味である。ブンゼンやフィンゼンの稱へたやうに、化學光線の後作用は獨特な現象であつて、あらゆる生體に働いて現れるものである。

軟體動物や兩棲類も、亦種々の昆蟲類のやうに光を運動刺戟として感ずるのである。ヘルテルは回轉昆蟲類にマグネシウムの光を短時間作用させたところが、動物は烈しく身體を縮めたが、若しこれに長時間作用させるときは遂に死滅することを知つた。なほこの外にリムメウスの胚は、初めには運動速度を增すが、その運動もだんだんと遲緩から靜止して遂に收縮して死ぬことや、蠑螈の幼蟲に紫外線を當てると、速かに光を避けようとしたことなどを擧げてゐる。

ヘルテルの蚯蚓試驗は特に有意義なものであつて、蚯蚓の腹部神經を露出して紫外線に照してみたところが、刺戟の及んだ局部は先づ收縮して、次いで全身の彎曲する

のを見た。そして高等動物の神經の部も、また直接に光の刺戟に感ずることを證明したのである。

發光動物　光は海棲の發光動物に麻痺作用を起させるとともに他の作用をも及ぼすかのやうに考へられる。筋狀水母・管狀水母（Kteuo Klioioneuiclsi Khoplipeu）などを、最初から明るい場所に二、三時間も曝して置いたときには發光はしないが、これに反して長時間暗所に置いてから、刺戟を與へると再び光を放つやうになる。動物の發光力は、初めのうちは弱いが、次第にその強さを增加してゆくものである。してみると光を發する能力は、外界の照輝によつて麻痺するものだといふことが知られる。フェルウォルンは單細胞のノクチルカ（Nokutiluka）―夜光蟲―の光に對する感覺は、光が感覺器と中樞神經系の媒助によつて、現れる二次的作用から起るのではなくて、光が一定の細胞群に直接に作用して現れるものだといつてゐる。

刺戟としての光　光によつて起る運動は、受光體に吸收せられた光線のエネルギーが、生活する原形質に化學的變化を起させた結果である。生活細胞の化學的變化については、現今の分析學の知識では、まだ十分に證明することが出來ない。それで光によつて運動を起させる作用を單に刺戟といひ、また光は起生的或ひはエネルギー發動的素質として、働くものだといふことが出來るだけのものである。フィンゼンは一概に光の作用を刺戟といひ放つたが、日常自然界に行はれてゐる化學線の作用は、前記のやうに簡單なものではない。このやうに光の作用は知るに由ないが、學者の識る範圍内では光線は常に間斷なく作用するものであつて、しかもこの作用は生物學上では頗る重要なものであることである。光を吸收した體内にはエネルギーが誘動せられて、いろいろな方法で變換せられるものである。そしてその一番微妙なエネルギーの變換の現れる所は神經系統である。

今まで述べて來たいろいろな試驗はただ下等動物で行つたものであるが、これこそ光の化學力の根本的基礎的考究となるものである。高等動物や人類に及ぼす光の作用

はこれと同様であるが、多少強く働くことは各方面の觀察によつて明かである。日光が生物に大きな作用を與へることは、吾々の既に知つてゐるところであるが、なほ不變的に、しかも永續的に働く太陽の光は急劇に變る場合よりも、その作用の現れることの少ないのは注意すべきことである。

例へば初夏の頃、雨勝ちでその鬱陶しさに堪へられないときなど、忽然として太陽の光を仰ぐことがあるが、そのときの吾々の晴々しい氣分はまたとない。昆蟲なども愉快氣に或ひは翅音勇ましく飛び廻り、或ひは匍匐して日光に浴し、百千の鳥は一齊に歡呼してこの天地の樂園を謳歌するかのやうな感じを起させるものである。かうした感じは多少漠然としてゐるのは免れないが、それでもこれが光の作用によることだけはいなめないことである。この光の力を起生力と呼ぶのは、その生を齎して活動を誘致するの意を酌んだものであらう。實にこの作用こそは太陽の熱と光の生理的、心理的作用に起因することは明白である。そしてこの作用の大部分は、化學線の力であることも亦自明な事實である。

動物の成長　動物の發育と成長に對して、光はどんな關係があるのかといふことについては、種々の實驗は光がそれに大きな役割を演じてゐることを立派に證明してゐる。例へば蛙の卵や蝌斗は、蓋をした暗い水槽内では死滅するか、或ひは辛じて發育するぐらゐに過ぎないが、透明な硝子瓶に入れた卵は通常のやうに發育する。蝌斗でも蛙は綠色光でするよりも、白色光の方がその繁殖が旺んである。紫色の光は蛙や山椒魚の幼蟲の發育を助けるが、紫以外のスペクトルムの區域と暗黒は、發育を遲緩させるか、または阻害させるものである。蠅の卵に青色或ひは紫色の光を投射すると、綠色・黄色・赤色のコップ内に入れた場合や白色のコップに入れて日光に曝した場合よりも、その發育は目覺ましいものである。光はまた菌の發育を促すものであつて、珊瑚蟲でもスペクトルムの化學力のある青色光線がその發育を促進し、赤色光線と暗黒はその發育を阻害する。

鱗つて高等動物を見ると、豚仔や牝犢は白色光線よりも寧ろ紫外線を受けた方が發育を旺盛にさせるものである。家畜を日の當らない場所で飼養すると、繁殖は非常に惡く、反對に日當りのよい所ではその繁殖も著しいことは農家に限らず、既に一般のよく知つてゐることである。フロイドンは家兎の仔は暗い場所では死ぬものであるといふことを實驗によつて示した。また兩棲類とか爬蟲類とかの四肢を試みに切り除いても、日の當たる所では暗い所よりも速かに、且つ完全に恢復することはよく知れ渡つてゐる。

色素　光は高等動物のいろいろな細胞や臟器や、特に皮膚の色素に對して面白い關係をもつてゐるものである。陸棲動物と水棲動物とを問はず、すべて太陽の光に面した表面、殊に背部などは腹部の皮膚に較べて、澤山の色素を含んでゐることは注目に値するもので、また或種のものには、濃密な毛髪の生じてゐるのがあつたり、羽毛の粗雜なものがあつたり、角を具へて外敵への防禦とするものなどがある。何れにしてもこれ等は體の部位に應じて、強い光と深い交渉のある證據である。植物界を一瞥しても亦これと同樣であつて、樹木の皮は受光側に逞しく厚いが、日陰側は薄いものである。

星比目魚や鰈の上面は色素をもつてゐるが、下面は色素を缺いてゐるし、また光に面してゐる眼は色素を含んでゐる。動物の皮膚の色素が、光の影響を被るのは天賦の妙であつて、穴居動物や寄生動物のやうに、暗所に生活し勝ちのものには通常色素が含まれてゐない。しかしたとへ穴居動物であつても光に曝されるやうなことがあれば、體内に色素を取り入れる組織を備へてゐる。プロテウス-アングイネウス（Proteus anguineus）は、通常皮膚には色素を含まないのであるが、光を受けると忽ち暗黒に變化するものである。山椒魚屬の有尾類であるアクソロトル（Axolotl）の幼兒は、薄暗い所や赤色光線で飼養すると、日光の當たる明るい場所で飼育するよりも、やはり發育が遲く、なほ暗い所では一層進まないものである。

一般に皮膚やまた毛の色艶も日當りのよい土地とか、夏季では日陰の土地や冬季に比べて潤澤濃厚になるものである。兩極地方に棲息する動物などもまた夏季になると黝んだ色となり、陰鬱な冬季が來れば鮮かな色になるのである。しかし明るい日光の下で棲息してゐる動物の間にも、無色動物は絶對にないわけではない。またこれに反して、深さ幾百メートルの薄暗い海底に棲む生物でも、なほ色澤の華美なものもある。蠑螺や蛙の幼蟲を久しい間、暗い洞窟内で飼養しても、その天賦の色調は決して滅じないものもある。

變色　光の運動刺戟は多くの植物に見ると同樣に、動物でも色素に作用を及ぼすものである(エールマン)。ヘルテルの實驗によると、蠑螺の幼蟲に紫色線を當てたところが染色粒が運動するし、頭足類の烏賊に照光すると、照光された部分は忽ち色素細胞つまり染色體が現れて、周圍の皮膚は俄然褐色とか赤褐色に色づいて、その色も見る見るうちに全身に瀰漫するのである。そしてかうした際の動物は不安の狀をありありと示して、光から逃れようと努める。このやうな頭足類の運動は皮膚にある種々の色素が働いて、外界の事情に適應しようとするが爲である。ヘルテルは光測バクテリアが巧妙な感光能力をもつてゐるといふことから考察して、烏賊でもやはり染色體が感光刺戟性を現すことを試驗した。二鰓類(Joligoexemplare)の幼蟲は、射入する光の各種の波長につれて起る染色體の運動で微妙に感應する。

そして皮膚に青色光線を作用させると、先づ黄色細胞が運動し始めて表面が忽ち黄色に變るが、やがて紫色細胞が活動し始めると、紫色に染め代つて來る。最初に黄色線が皮膚に作用すると、紫色細胞が活動して黄色細胞が一時壓伏せられるが、逐次に身體に瀰漫して遂に黄色に染まるやうになるのである。

スタイナッハは烏賊が染色體の媒助で、運動を起すことを觀察した。エレドーネ(Eledone)を急劇に太陽の光に曝すときは、その表面は悉く二、三秒のうちに暗黑色に變化して、それと同時に吸盤が吸著部から離れて、動物は水槽内をあわただしく游

ぎ廻る。そして陰影部の處へ來て漸く吸著するものである。このやうに眼を具へない動物でも、太陽光線に對しては、恰も眼をもつてゐるかのやうな運動を營むものである。それであるから、運動刺戟は決して眼球の媒助ばかりではないことがわかる。

恐らくは光の刺戟が染色體に働く爲だと思はれるのである。そして染色體は染色體突起が皮膚組織内にある筋層に働いて、それから更に吸盤に通ずるものであるから、神經系の媒介によつて反射運動を起すものであらう。

カメレオン　カメレオンが變色するのは、色素含有細胞が光を受けて、表面に移行するものと考へられるのである。そして闇黒の中では染色體は皮膚の深層に潜在してゐる。今カメレオンを光に當てると、その感光力は徐々に昂まつて來て、先づ鮮光色を現して、次いで帶綠灰色に變じ、更に暗色の班點が出來ると、今度は褐色・暗褐色となり、遂に黒色になる。ベルトとホッペザイレルとの實驗によると、色素運搬細胞は青色と紫色との光に強く作用せられるが、赤色や黄色光には殆ど作用されないものだといつてゐる。ベルトはなほ次のやうな綿密な觀察をした。カメレオンの體半分を赤色光に曝し、殘りの半身を青色光に曝したのであるが、青色光線の當つた半分は直ぐに黒變したにも拘らず、赤色光線を當てた半分は鮮かな色を現した。また太陽のすべての射光にも曝してみたが、その場合には、たとへカメレオンが睡眠してゐても、クロロフォルムの麻醉にかけられてゐるときでも、死後二、三時間を經過したときでも、なほ暗色を呈してゐたといふことである。生きてゐる動物の皮膚の色素反應は、感光性のある視神經の働きによるものであつて、若しその動物から一方の眼球を剔出して試驗すると、剔出された方の體の半分はやや鮮かな色を呈するし、若しまた腦半球を破壞すると、反對側の變色作用が妨げられるのである。カメレオンに見るやうな色や色素の變換をする動物は他にもあるが、これも同樣に光によつて色素細胞の運動を起すのである。殊に動物の個體全部を周く照すことは、最も強く作用するものである。自然的の變色は、動物にとつてはその生活上に有利なものであることは、もはや疑を容

れる餘地がない。つまり動物の保護色はこれによるのである。直接或ひは反射を間はず、すべて光の刺戟は動物の色を均衡狀態にさせて、そして周圍の事情にうまく適應させるものである(リベルグ)。

蕎麥中毒　羊・豚・牛等の動物は光によつて病的反應を起すことがある。中でも蕎麥病はその一つである。これ等の動物を、蕎麥或ひは蕎麥藁で飼養してから光に當てると、白色とか毛色の鮮かな動物だと赤色を帶びた發疹が出來て、次いで病毒が體内に瀰漫するに從つて、激しい炎症に變つて、單に膿疱を生ずるばかりでなく、ときとして皮膚は壞疽に陷つて健康を害するやうになることがある。帶暗色の動物はこの疾病に罹ることはないが、色斑のある動物では、色素の全く缺けてゐる場所とか、色素の乏しい所ばかりに發疹するものである。しかし若しも色素に富んでゐるか、或ひは表面に偶然にも汚物が附著してゐたときは、この病を未然に防ぐことが出來る。皮膚に色素の含有量が少ないほど發病は激烈である。そして太陽の强い光や直射日光に曝すときは、病痕の度はいよいよ甚しくなつて來る。しかし色づいた動物を蕎麥で飼養する場合、暗い所に繋げば病に冒されることはない。實驗上、白色の牛の體半分にテールを塗布して、光の化學的働きを遮れば、ただ塗布しない半面だけに發疹するばかりである。これによつてみても、個體的、局所的、及び一時的の事情は、發病の素質にかなり重大な關係のあるものであることがわかる。

このやうに特有な現象の起る理由は、蕎麥を以て飼養すると、動物の體内に或物質が生じて、その物質自らは病因とはならないが、光を受けることによつてここに初めて病的作用が現れるものである。蕎麥は一種の色素を含んでゐて、その溶液は濃赤色の螢光を放つものである。タバイネルの述べた光力的現象から推察しても、蕎麥中毒は螢光物質が皮膚に感應を及ぼし、無害な光線までも感じ易くさせて、皮膚炎を起すものと見なしてよいのである。

經驗上、毛色の鮮明な犢には、暗色の犢よりもよく種痘し、膿疱發生が佳良で、且

つその増殖も旺んである。痘病淋巴を得ようとする場合に、色の鮮明な動物を選定すべき理も、これによつて容易に理解することが出來るのである。

第七章　人體皮膚に及ぼす光の作用

光が人體に及ぼす作用を知らうとするには、第一に太陽の光に直接曝される器官について研究するのが必要である。そこでここでは先づ光と皮膚との關係から始めようと思ふ。この關係を明かにする爲には、日常の見聞を精しく檢べたり、また平常の經驗に基かなくてはならない。吾々がよく知つてゐるやうに、顏面や手の皮膚は、衣服で常に被はれてゐる部分とはその外觀を異にしてゐる。戸外に働く人にはこの差異は特に著しい。農山漁村の人々を都會人に比較すると、前者の顏色は後者のそれよりも遙かに健全で、そして黒く光つてゐる。市內・郊外何れにもせよ、勤勞者が腕を捲つて働けば手の甲が赤く褐色に輝くばかりでなく、捲くり上げた腕まで日に焦けて逞しい。また演習地から歸つた兵士が著しく赤褐色に焦け、しかも帽子を被つてゐた爲に

額に判然として白く境界線を劃して、その猛訓練のあとを物語つてゐるのを見るであらう。

空氣と光は人の顏面に強壯の觀を與へるものである。それで國民學校の兒童などで顏色の蒼白い者は、何よりも先づ戶外で十分運動させるなり、また都市の子供では田舍へ送つて生活させることが緊要である。婦女子がこの事實を穿き違へて、以前にはよくヴェールや日傘をかざして日光を避け、容色の美を保たうとしたのは實に歎ずべきことであつた。全く婦女子としては日焦けが思ひの外、恐れるところであつた。若し一般の趣味或ひは風俗が蒼白い病人顏を要望したり、または努めて病人面を美しい顏として稱贊するやうな場合なら、この青白い病的な容貌は益々歡迎せられるに至るであらう。

光は外熱として、また內熱として皮膚に對して、生理的及び病的に影響する力がある。しかし皮膚に及ぼす光の影響についての重要な關係が、汎く人々に認められるやうになるまでには、非常に長い年月を要した。

日焦けと雪焦け　日焦けは一般に知られてゐる現象である。日焦け(皮膚め日射病)とは光に對する皮膚の生理的な反應現象が昂じて、病理的となつたものに外ならないのである。近年までは日焦けの原因を太陽の熱作用に歸してゐた。誰でも赫灼とした太陽の光に遇へば、皮膚は暖かく、それからだんだんと熱くなつて來るのを感ずる。そして若し熱作用が不快の感じを起して來ると、同時にここに病的變化が現れて來る。これは全く熱線に基くものであると考へたのは無理からぬことである。化學線は熱線ほど直接に吾々には感じないものであるから、最近まで一、二の學者(シャルコーのやうな)を除けば、大抵の醫學書には日焦けの原因を太陽の熱作用だとしてこれに熱紅斑とか、熱濕疹だとかいふ名稱を附したことも、容易に首肯することが出來るのである。尤も二、三の學者は全く熱作用がなくとも、なほ日焦けが出來るものであるといふことに注目はしてゐたのも確かである。つまり氷山を徨つて寒冷に曝された者が、

この所謂熱濕疹に罹つたのを視て、日焦けと雪焦けとは同じ意味のものだと見なしたのである。勿論兩方ともが、皮膚に働いた外界の作用であると信じたのであるが、その病原的作用の眞の因子は、光のうちでも波長の短い化學線であつたといふことは知らなかつたのである。

光疹　光疹はツットガルトの皮膚病學者ハンメルが、一八九一年に初めて公にしたものであつた。彼は光が炎症の原因であることを、日を極めて稱へた第一人者である。皮膚に及ぼす光の作用に關する彼の論文中には、一八八七年にファイエルが光に感じ易い婦人患者に見た觀察と、自家の患者に見た觀察とを論じてゐる。兩方の患者は何れも日焦けに關したものであつて、しかも同じ狀態で生じたものである。彼はこれによつて太陽の光の發炎は、波長の短い線によるものだといふことを確め、なほこの實驗的證明の外に、日焦けは太陽の熱作用によつて生ずるものではなくて、太陽の照輝の力の爲に出來るものであつて、それは一面白皚々とした銀嶺を攀るあのアルピニストによつても實證することが出來ると述べ、また雪の反射光といふものは、太陽の直射光線よりも却つて強く人體の皮膚に作用して、非常に强烈なしかも惡性な炎症を起し、ただ皮膚ばかりではなく、眼の結膜までをも冒して、所謂雪盲を起すやうになるものだといふことを立證した。

この現象はひとり、雪山や氷山だけではなくて、雪のない氷のない山岳ででも確かに發するものであるといふのは、つまり日光は低い土地よりも高地の方が却つてその光力が强烈な爲である。アメリカのカルフォルニア州の南部ホイットニー山(雪のない)に登つたラングレーの記事にも、「同行者の多くは偶々海拔一五、〇〇〇呎の頂上に登つて日に曝されたとき、谿谷にあつたときとは全く異つた狀態になつたことを余は目擊した。余自身も亦登山の道すがら、冷い空氣に觸れてゐながらも、手や顏が却つて强く日に焦けて、頂上に達した翌日には、手は恰も火傷したやうになり、顏は殆ど見分けがたいほどに變つた。他の者もその程度こそ弱けれ、何れも日に焦けて、殊に手は

ひどく、下山後も數週間は皮膚の色が黄色に變り、且つ硬くなつてゐた」と記してゐる。

これ等の事實を洞察してみると、山頂はなるほど山麓よりも低溫であるが、化學線就中紫外線の量は高い所に登るに從ひ、つまり海拔の高さに比例して多くなつて、しかもその力が增大するといふことは一番注意すべきことである。直接地表を覆つてゐる氣層が厚ければ厚いほど、太陽スペクトルムの紫外線の幅徑は狹いものである。高山に登り、たとへ血壓が下降しても、日焦け・雪焦けには何等の影響をも及ぼすものではない。若しこの關係があるとすれば、外部に露出してゐる部位だけではなくて、衣服を纏つてゐる部分にも同樣に病的變化を被るべき筈であるが、事實は少しもそんなことはない。

なほ光線の作用に關した實驗を考證してみるに、皮膚が赤くなつたり、日焦けしたりするのは、全く光の力ばかりであつて、決して熱の同時に作用する要はないのであつて、この關係を知らうとするには、必ずしも北國の雪山に登る必要はない。春の初め頃、日光を浴びながら長時間散步すると、まだ暑さを覺えるほどの季候ではないに拘らず、顏面殊に鼻・耳・額は赤味を帶び、手の甲などが赭くなるのを見ても明かに知ることが出來る筈である。或ひは場合によつては、その變化が强く現れることもあり、また日光に曝されたときよりも、更に二、三時間遲れてから赤味を帶びて來て、同時に疼痛を感じて腫れ上がり、また眼瞼や耳殼の外緣は腫脹して水疱が生じたり、衣類で摩擦でもしたりしたときには、皮膚を傷つけて漿液を漏らしたり、眼は結膜炎に罹つたりすることが往々あるものである。

光に慣れること　光から受ける影響は人によつてかなりの相違のあるものである。また同じ人であつても、時と事情によつても違つてゐる。今述べた散步の場合でも、或者は顏にほんのりと紅味をさすくらゐで、いかにも樂しさうに元氣よく、我が家に歸へる者もあれば、またこれに反して或人は皮膚に痒い感じと燒けつくやうな苦痛と

を訴へ、顔面や手には炎衝、つまり發赤・腫脹・發疱・浸潤を起すのもある。そしてこのやうないろいろな症狀の繼續時間も、亦それぞれ異つてゐるものであつて、或者は半時間も經過すると、その發赤が消えてしまふが、他の人は三日から五日ぐらゐ經つても、まだ鼻の先きの赭味が除かれずに、また或人は頰や額に赤い鱗班が殘り、耳殻と頸に痂皮が生じて、表皮がだんだん剝がれたり、或ひは顔面を強い太陽光に當てただけで、急に不快の感を抱くものもある。このやうな日焦けに罹つた患者でも、初め散歩する際は少しも暑さを覺えないのに、かうも激しく焦けたのかと思ふことは、吾々がしばしば見聞するところである。日光に浴しながら戸外に遊ぶ者が、愉快極まつて胸を披げ、帽を取り、頸筋を露はし、腕を高く捲り、甚しくなると衣服を脫いでまで日光に曝すやうな場合は、最も日焦けに罹り易いときである。かうした局部的空氣浴・日光浴の後には間もなく不愉快な氣持がして來るものである。なるほど最初こそ心地よささうに思はれても、皮膚の赤味が漸次強くなり、炎衝はいよいよ進み、そして疼痛を感じ、衣服の摩擦さへも堪へがたくなり、水泡から滲む液の爲に益々不愉快となるのである。その治療法としては軟膏・濕布冷罨法を施してその疼痛を治すやうにして、また傷んだ皮膚のためには、身體の運動を避けなければならない。かうした炎衝の現れは、山岳跋涉家に於いても亦同樣である。近時わが國でも登山熱が旺盛にはなつたが、殊にヨーロッパ人は以前より好んで氷河に攀り登山を試みた。幾多の危險を顧みないでアルペンの世界に進むのであるが、忽ち顔面や手頸や膝蓋の部分に、山地の空氣と光線が作用して、炎衝を起すのを認めるのである。このやうに平素は衣服で被はれてゐる部分が露出すると、皮膚は發赤腫脹して疼痛を訴へるやうになる。殊に膝には著しく炎症が現れるものである。この點からみれば衣服はただ單に寒冷を防いだり、身體周圍の溫度の變化に備へたりするばかりではなく、同時に身體皮膚に障害を與へる光に對しての防護物となつてゐることは、多くの人々の氣附かないところである。

日常は光に曝されずに隠れてゐる部分の皮膚が、偶然か或ひは故意に光を受たけ場合、慣光の程度が少なければ少ないだけ、光の反應は却つて著しいが、着物の外に露出してゐる部分は、いつも幾分の光を受けて、その刺戟に慣れてゐるので、その反應はさほど大きくはない。しかしその慣習程度は場所によつて異つてゐるものである。光に對する感受力は一定の平衡を保つてゐるが、一度光の強さとか時間に非常な變化が起れば、慣習的感受力の平衡は破られて、ここに初めて皮膚に作用を及ぼすことになる。かうしたことはまた熱にしても同様である。常温では氣のつかないものでも、寒暖の差がひどくなると、初めて神經が興奮して來るものである。總じて物理的・化學的作用は、光や熱の刺戟がその日常の度を著しく越すか減ずるかによつて、初めて認められるものである。

冬期では身體の表面に影響することは比較的に少ないが、それでもこの日脚短い季節に於いてさへも、平常の生活狀態に障害を及ぼすものである。冬期または衣服を纏ふたときは、皮膚の慣習性は鈍くなるものであるが、初春の候、太陽が緯度高く移るとともに化學的有力成分も増して來て、その爲に顔とか手とかに日焦けが出來、またそれ等の皮膚が日光に對する慣習の平衡を破り、臓器にまで全然目撃しがたい作用を誘發するやうになる。皮膚が外に露出してゐれば日光に慣れるが、若し衣類にでも被はれてゐるときは光に慣れてゐないところから、その感應力が鋭い爲に、特に日永の季節には故意にしてもまた偶然にしても、空氣浴なり日光浴なりをして、部分的に乃至は全身的に強い且つ長い時間の光を受けると、忽ち激しい炎衝に冒されるものである。それ故に、日光浴に際しては必ず醫家の指揮を仰がなくてはならない。さもなければ日光浴の爲に不慮の結果を招いて、ただ顔面ばかりではなく身體の他部までも冒されるやうなことになる。

極地探檢家の經驗　前述の光の作用には、熱線が大關係をもつてゐるのだと異論を稱へるものも多いが、しかしこの疑問は極地探檢家などの齎した興味ある報告で氷解

されるであらう。極地探檢日記に徵してみると、氷點下の寒さでも日光が皮膚に及ぼす作用は、熱帶地方よりも寧ろ遙かに強いやうである。ラング日誌の六月十五日の條に、ウランゲル島の北方、北緯七十九度の地で凍えた當時の有樣を記して、「晝間五度の溫度であるに拘らず、深更から手と顏面に灼熱を感じ、しかも腫脹して燒かれるやうな苦惱を經驗した」といつてゐる。

また一方ノルデンギョルトのグリーンランド遠征隊報告にも、「乾燥・透明・稀薄の空氣を通して太陽の光によつて露出した顏面及び皮膚は屑片となつて剝落した。そしてこのやうな症狀が再三反覆して起つたことは、熱帶地方に於いてすら見ない」といつてゐる。

次にベルソンはスウェーデンのグリーンランド遠征から歸つての話に、「氷上を步行したところ、同行者は熱のために甚しく冒され、顏面と耳の皮膚は發赤腫脹して疼痛を覺え、恰も丹毒のやうになつた。そして水疱を生じて、火傷のやうな激しい灼熱を感じ、天幕の內に入つたときなどはもう堪へがたいまでに甚しくなつた。疼痛はだんだん擴がり頭部にまで及ぶやうになり、その剌戟の結果、鼻から薄い腐敗臭の分泌液を出すやうになつて、その一部は結痂したが、やがて灼熱も幾分か減退した。かうした皮膚炎は幾度となく繰返され、ただ吾々だけではなく、平素潮風に曝されてゐた漁夫も、また天候不定に馴れたラプランド人さへも、みな一樣に冒された」と述べてゐる。

ウィドマルク自らもこの病症に冒されて親しく觀察するの機會を得た。その體驗談によると、「終日赫灼とした日光を浴びながら氷雪の間を旅行したときのことであるが、そのときは眼鏡をかけてゐたので幸に眼には別段のことがなかつたが、顏面や皮膚は强い光のために激しく冒され、爲にその第一日は皮膚にかなりの熱を感じた。そしてその翌日は特別に鼻と耳とが激しく發赤して腫脹を來たし、同時に灼熱感を覺えた。患部の皮膚は頗る銳敏な感覺となり、五日目にはとうとう皮膚が剝脫した」といた。

ふことである。かうしてみると日光の直接作用は直ちには現れないが、翌日になつて明らかな症狀を呈するやうになるものだといふことがわかる。

電氣の光による皮膚の炎症　更に他の觀點からして、人體の皮膚に及ぼす化學線の意義とその作用を說明することが出來る。

嘗てバリのクリュゾーとモスコーのコロチナの兩金屬工場に於いて、ベルナード式の金屬電氣溶解法を應用したことがあつた。これは直徑約二五糎の炭素棒を一極として、加工する金屬を他の一極として高壓電流を通ずるのであるが、さうすると長さ約五糎の電弧が生じ、その溫度が二九、〇〇〇度から六〇、〇〇〇度に達するものである。しかしかうした驚くほどな高溫にも拘らず、熱線は非常に少なく、一米の距離にあつても、一分間に溫度二度を增すぐらゐで、若し距離が五米であればもはや溫度の上昇を認められないほどである。しかし一〇米から一二米を距てて作業してゐる人人は、光の被害を受けて眼には黑眼鏡を用ひてゐたにも拘らず、强い炎衝に冒され、皮膚には一見激しい火傷のやうな日焦けの現象が見えるのであつた。かうしたわけで工務員達は恐怖戰慄して、職の難易とか賃銀の多寡などを問はずに、誰一人殘るものもなく他の工場に轉出するやうになつた。その爲、會社は一時に事業の經營が困難となつたので、醫者にその研究を託したのである。そこでこの研究者の一人——マクラコフは、コロチナ會社のその狀態を研究し、且つ出來るだけ、工員に對する保護策を講じたのである。マクラコフは先づ自らを右の電光に曝して得た體驗と、工員の經驗とを綜合して研究した。その臨床記事によると、この光に當たるとすぐに皮膚と眼とは灼熱を覺えて、それから三時間から四時間經つと、今度は水涕を垂らしたり、落涙したりする。なほ四時間も續けていくとひどく咳嗽を出すやうになる。そして實驗の初めから八時間乃至一〇時間ぐらゐすると、眼の刺戟は益々進んで殆ど堪へがたくなり、それがまた四時間から六時間も繼續すると、やがて皮膚は黑くなり皮膚の剝落も少なくなる。さうすると結膜の粘液性と膿液性分泌も薄らいで、刺戟もやや減じて來

て皮膚は黒色勝ちとなる。第三日には外皮剝落が止み、第六日になれば前記の症狀は大部分消失して、ただ輕い外皮の剝落と皮膚の強い著色が殘るだけであるが、その狀態が數週間も續いた。また工務員と光線との間に熱線を吸收するやうな中間物を挿入しても、以上のやうな光線の作用には少しも變ることはなかつた。それ故にこの病症の原因は熱線に關係するものでないことは明かである。若し赤と靑との混合した色に染めた被物、或ひは覆面で皮膚を蔽へばこの火傷を防ぐことが出來るのである。なぜならばこの色の被覆は靑紫線と紫外線を吸收するからである。また一方クリュゾー工場では、テフォンテーが研究して、前者と同樣の方法によつて、やはりこの症狀は弧燈から發した化學線に起因するものであることを確め、その豫防は光に對して講ずべきものであつて、熱には何等の處置を採らなくとも差支へのないものだと主張した。

實驗的研究　光の作用については、各方面から同じやうな實驗的研究が報告されてゐるが、これは光の作用の疑問を解釋するのに與つて力あるものであるから、今その二、三の實驗例を紹介しよう。ウィドマルクはその實驗に弧燈の約二〇〇燭光力を集合したものを光源として、光の組成とかスペクトルムの性質とかを研究して、太陽光線の關係を推論した。彼は硝子がスペクトルムの波長の短い化學線を吸收し、石英がこれに反して通過せしめるものだといふ自分の經驗に立脚して、白子（所謂先天的色素缺乏）の家兎の毛を剃つて、それに弧燈の光を並行光線として、石英を通して三時間繼續投射したところが、翌日になつて見るとその光の當つた部分だけは發赤し、その「度」も漸次に增加したが、第四日目からは次第に上皮剝離が行はれて消失した。次いで皮膚と光源との間に硝子を挿入して、同じやうな試驗を行つたが今度は少しも發赤しなかつた。卽ち硝子は紫外線を通過させないからである。更に長さ五、六糎で徑五糎の金屬管を試驗的に作つて、その一端には石英レンズを嵌め、他の端には硝子の平板を嵌めた。なほ外に今一つの管を作つて、それには石英レンズのみを嵌合させた筒とした。そしてこの各筒を通して弧燈の並行光線をそれぞれ白子の家兎の毛を剃つた

皮膚に投射した。すると石英のみを通過した方の光線は紫外線を含むことによつて、これに曝された皮膚は二四時間後には紅斑が出來て、また脫皮して二週間經つてもよくこれが認められた。しかし他の一方の光を受けた皮膚は、少しも害を受けなかつた。この實驗によつても、石英を通過した紫外線を含んだ光だけが、皮膚に發赤を起さすものだといふことがわかる。しかし石英でも硝子と同じやうに熱線だけは通過させるものであるから、これを防ぐ爲にウィドマルクは筒の中に水を充たした。その理由は、水を充たして置けば赤色光線や赤外線は吸收されるが、化學線を通過させる性質をもつてゐるからである。それで今、弧燈の光線をこの水に通らせて、前通りの實驗を試みてもやはり同樣に紅斑が出來るのを見れば、結局熱線では何等の影響も及ぼさないことが明かである。

水が熱線を吸收するやうに、硫酸キニーネ溶液は紫外線を吸收する。ウィドマルクはこの理を應用して、石英レンズを嵌めた筒の中に硫酸キニーネ溶液を容れて、これを通過した光線で、前通りの實驗を繰返したところ、家兎の皮膚には少しの影響もなかつた。つまり皮膚に當つた光線は、單に「光明」として見える光線だけであつて、決して反應を現す力をもつてゐなかつたのである。これによつて紫外線だけが皮膚に炎衝を起すといふことは確められた。

ハンメルはウィドマルクの實驗を自分自身の皮膚に應用して、その實驗を確めた上に、まだ知られてゐなかつた興味ある事實を附け加へて、これと熱線との差異を明かにした。その實驗に使つたアルカンド燈の瓦斯ランプのホヤは、ルビン赤色硝子のホヤが嵌めてあつて、ちやうどそれは寫眞暗室の乾板現像用のものに似た物であつた。このランプの赤の光線は勿論、他の照輝する光線の大部分をも含んではゐるが、ただ化學線の含有を缺いてゐるのである。さて彼は左上腿の皮膚を絆創膏なり、褐色の紙なりで被ひ、その所々には小窓を作つて皮膚を露出して、その部分を光線に曝した。そしてランプと皮膚との距離を一〇糎から一五糎ぐらゐにしたところ、非常に熱

く感じた。その距離を近づけるに從つて、不快を感じ遂には堪へられぬやうにまでなつた。彼のいふところによると、「この實驗ほど不快な熱さを感じたことはない。太陽光線でも電氣光線でも、いまだに經驗したことのない不快そのものであつた」と。光に曝されてから二五分間で皮膚は發赤した。初めは暖かさを感じたが、漸次に熱くなり、しまひにはどうしても光線から遠ざからざるを得なくなつた。そして一時間後には皮膚は強く發赤し、中に二、三の鮮かな斑點が現れた。更に一時間後になると曝された皮膚ばかりでなく、その周圍の絆創膏で被はれた部分までも激しく發赤した。ただ褐色紙を載せた部分だけは流石に發赤しなかつた。それからなほ一時間を經たところが、その斑點はだんだん增大してしかも明瞭に現れて、遂に皮膚には大理石のやうな模樣が現れた。しかしそれから二時間ぐらゐするとその斑點はひろがつて大きくなつて、激しく發赤した所も薄くなつて來たが、その他は依然として薔薇色をしてゐた。實驗の初めから一二時間目には、光に曝された皮膚はその周圍の境界がはつきりして白つぽい赤味を帶びてゐた。更に時が經つにつれて皮膚から赤味は消えて、外見上全く普通と違はなくなつた。

熱線も亦紫外線と同じやうに皮膚に作用はするが、しかし熱線が化學線と違つて、皮膚に作用するその熱はあまりに激しくはないのである。

熱線が若し皮膚に當ればすぐに發赤するが、また忽ちに消滅する。しかし一方化學線によつて生じた發赤は、潛伏期を經て漸次に現れて、その症狀も持續的で且つどんな場合でも、これに冒された皮膚は鱗片狀に剝離して、後には色素沈着を來すものである。その光に當つた皮膚は赤色になり、次いで褐色になるのである。化學線の作用は、直接光に當る部分だけに局限されてはゐるが、熱線は被はれた部分にまでも一樣に作用するものである。たとひ皮膚が密に被はれてゐても、强く冒されることがある。ただ被覆物が餘り厚い物であるか、或ひはその色の鮮かであるときには起りにくいものである。

ハンメルとウィドマルクとの觀察に基いて、フィンゼンも亦有名な實驗をした。その實驗は自分の腕に石英板や、いろいろな色硝子片を載せ、その傍に墨で二、三の文字とか線などを描いた。そして他の部分の皮膚には、いくらかの間隔を置いて軟膏を貼り、所々に皮膚を露出して置いた。光源としては八〇アムペア約四〇、〇〇〇燭光の弧燈を使用して、腕と光源との距離を初めの一〇分間は五〇糎とし、次の一〇分間は七五糎とした。さうして光線を受けるに一番適當な位置つまり炭素棒の軸に對し、四五度乃至は五〇度の角度に腕を保つて、二〇分間光に曝した後、石英板や硝子片を取除いて墨を洗ひ落したところ、皮膚はどこも一樣に發赤して、被はれない部分までも同樣に發赤してゐた。二時間後にはこの發赤は幾分か減じたが、なほ一樣に赤味を帶びてゐた。更に時が經つにつれて、發赤は却つて少しく增加したが、それは被はれない部分と墨を塗らない場所とに限られてゐた。翌朝、卽ち一二時間後には、皮膚の露出してゐた部分は赤黑くなつて、反應はだんだんに明瞭となつて、火照（ほてり）の感覺は非常に過敏になつて來たが、實驗中、墨を塗つた部分だけは白くて變つたところがなく、また前に描いた文字は周圍の赤い部分から、白く鮮かに浮出して來た。これに反して石英を載せた部分は、露出した部分のやうに赤味を帶び、そして火照りの感覺も鋭敏となつた。要するに皮膚の露出部とか、石英板を通じて化學線の當つた部分とかは、到る處に炎衝を起したのである。發赤も二、三日後からは漸次に消失して、同時に皮膚は小鱗片となつて剝離し、それが二、三日間も續いた。次に早く發赤した部分は、ひどく色素を沈著して、もはや元の白色には戻らないで褐色となつた。この色素沈著は一箇月も繼續して、半箇年後でもまだ明かに認めることが出來た。

この實驗も亦熱線が、化學線と同樣に皮膚に作用を及ぼし、發赤を起すものであるといふことを示したものである。しかし熱線はもともと働く瞬間にその作用が現れて、働き終ればその作用の現象も消失するのに反して、化學線は初めは少しも發赤を起さないが、時間が經つに從つて次第にその作用を現して、漸次亢進して極度に達す

るものである。この實驗によつても、光の化學的作用は元來紫外線に存するものであるといふことが知られるのである。

フィンゼンはこの上更に實驗を行つて、スペクトルムの色の或部分と皮膚との關係について、一層詳細に研究した。その實驗は太陽の光線を光源として石英レンズ集合裝置によつて、光線を集合して行つたものである。腕に載せる硝子も豫め分光器で調べて、或一定の波長の光線だけを透過させるものを選んで置き、集光裝置でも石英レンズと光との間に熱線を吸收するやうな水層を挿置して、また一方、その腕には絶えず冷水を灌ぐやうにした。そして石英・無色硝子・青硝子・紫硝子を通過させた集合光線を皮膚に當てたところが、どれもみな炎症を起した。しかし一方赤色や黄色や綠色の光線では、皮膚には一向發赤を生ずることがなく、また青色と紫色の光線で出來た炎衝も、石英や無色硝子を通つた光線で出來た炎衝ほど強くはなかつた。一般に無色硝子を使つた場合に起る炎衝の理由は、硝子ただは外部紫外線だけを吸收して、青色や紫色の光線を通過させる爲に、輕度ながらも炎衝を起すのである。

フィンゼンは太陽スペクトルムの化學的成分のある認識線も、亦人體の皮膚に化學的作用を及ぼし得るが、その作用は紫外線の作用に比較して、遙かに劣つてゐるといふことを報告してゐる。吾々が硝子室で光線療法を試みるときに、內外紫外線の化學的作用として、日焦けとなつて皮膚に現れるまでの潛伏期が、いかに永いかに驚かずにはをられない。そればかりでなくたとへ幾日も日に曝され、また溫熱の烈しいときでさへも、なほ日焦けの出來るまでには、非常に時間のかかるものであることを體驗するであらう。しかし硝子室の窓を開けて、直接射込んで來る太陽の光に皮膚を曝すと、光線の化學作用によるすべての現象は卽座に現れるものである。

皮膚の生理作用　吾々は旣に日焦けや雪焦けが、光線によつて生ずるものであることを學んだ。また化學線は皮膚に病的變化を起すことも實驗上で知ることが出來た。これ等の經驗で吾々は光に發病的作用のあることを知り、また更にその病理的範圍に

まで立入つたのではあるが、まだ光の皮膚に及ぼす生理的關係については述べねてなかつた。しかし光の病理的作用の研究は決して等閑には出來ない問題である。想ふに病理的作用を研究するには、第一にその有害な作用を知つて、光の生態學的性質を詳細に研究し、第二にはその影響の病的に亢進する反應現象を知ることになれば、これによつて從來しばしば看過され勝ちだつた、また理解しがたかつた生理的作用を、十分に理解することが出來る。

皮膚の發赤　病的狀態と認められる皮膚の炎症、つまり發赤は光線によつて生ずるものである。皮膚の色に影響するものは、他にあるかどうかはともかくとして、炎衝の强弱は光線の性質に大きな關係のあることは明かな事實である。白晳人種の皮膚の色は、淡紅色に帶黃色か褐色かを帶びてゐるもので、淡紅色は血液により帶黃色と褐色は色素の爲であつて、この二者が相合して皮膚の色合ひをなしてゐるのである。實際この二者は光線作用を受け易いものであつて、日常吾々が見るやうに、澤山な人の顏面・頸部・手の甲は身體の他の部分よりも色が遙かに濃く、衣服に被はれてゐる部分と被はれてゐない部分との境界は頗る明瞭である。所謂農山漁村の戶外勤勞者はよく日に焦けた模範者であつて、日に照らされ風に吹かれて、いろいろと氣象の影響を受けながら長時間野外にあつた爲に、皮膚の色合ひは黑く輝いてゐるのである。

寒暖も亦疑もなく、皮膚の外觀を左右する要素であつて、血管を擴張または收縮して、皮膚に血量の增減を促がすものである。その寒暖の作用は僅か一度の差でも、既に起るものであるが、或ひは數回または數十回反復して作用すると、皮膚の外觀や性質の上に、永久的な影響を及ぼすものであるかどうかについては、今日になつてもなほ疑問となつてゐる。先づ熱で生じた皮膚の變化狀態を檢してみると、二種類に區別することが出來る。第一種の發赤は直接の熱紅斑であつて、光紅斑の場合とは反對に、既にヤンメルやフィンゼンの實驗で見たやうに、熱を受けた際すぐに出來て、またその消失することも非常に迅速なものである。しかしこんな紅斑を生じさせるやう

な強烈な熱は、少なくとも吾々の棲息してゐる地球上には存在しないから、自然的皮膚發赤について論ずるに當つて、直接この熱紅斑に關しては多くいふ必要はない。

第二種の發赤は、間接の熱紅斑であつて、周圍の空氣の溫度が高くなつた爲か、或ひは體溫が上昇して血液が皮膚に充塡した場合に現れるものである。この現象が度々繰返されるときには、皮膚の赤味が永續するであらうことは、誰しも一應は考へられるところであるが、事實は却つてこれに反してゐるのも面白いことである。高度の熱に長時間しかも幾度も反復して曝される場合、例へばパン燒き人や火夫や鑄物工員等の顏色は、割合に蒼白であつて、一見してその職業を判じ得るほどである。また白皙人種は熱帶地方に永く在住してゐても、一向顏色に赤味が增さず、寧ろ蒼白か灰黃色となるものであるが、これは皮膚に色素が增加しても、血液が豐富でないからである。このやうに色素に富んでゐても、血液の少ない人の顏色は蒼白くて、色素とともに著しく血液の多い人とは、全く異つた容色をしてゐる。これから考へて、熱といふものは皮膚に永續的の發赤や赤黑色の外觀を、與へるものではないことがわかる。

しかし寒冷の場合はこれと聊か趣を異にするものがある。皮膚が寒冷に遇へば、その表面に分布してゐる毛細血管は收縮して、皮膚の血量が減じ、從つて色も蒼白くなり、別して烈しい寒冷に永く曝された場合などには、激しい充血を起すことは、一度耳や手が凍傷で惱まされた者のよく知つてゐるところである。一過性の寒性發赤は、二時間乃至三時間繼續しても、光紅斑のやうに二、三日にも亙ることはないが、鬱血によつて生じた寒冷斑が反復して起る場合は、その結果が皮膚に持續的血液過剩を來たして、所謂凍傷を起すものである。かういへば家政婦などの赤褐色に凍えた手を憶ひ出すであらう。彼等は實は寒冷の爲ばかりではなく、多少は光に永く曝された爲に起つたものである。そのうちのどれが主な原因であるかは多くいふの必要もないが、寒さに遭はなくとも强い集合光線に照されただけで、持續的の發赤が出來るものであるから、これに關した日常の經驗とその實驗とを左に揭げてみよう。

光のない寒冷は、この意味で少しの働きも及ぼさない。例へば冷水浴とか冷灌水などは、皮膚を一時的に赤くはさせるが永續はしない。フィンゼンは冬期數箇月の間、極地で強烈な寒氣と暗黒に惱まされた北極探檢家の經驗談を、引證して次のやうにいつてゐる。「かうした冬期生活は、必ず皮膚の色に變化を來たすものである。卽ち顏色は淡黄色または綠黄色となるものであるが、それは暗黒の爲である」と。

ギルレンークロイツは一八八二年から一八八三年にかけて、スェーデン遠征隊に加はつて、スピッツベルゲンに向かつたときも、この問題に關して詳細な研究をした。その後或學者と極地探檢家の皮膚の色の變化について討論があつたとき、彼は次のやうな意見を述べた。「このことは觀察者の主觀的印象に基くものであつて、卽ち觀察者の異常な色感によるものである」と。極地探檢者の眼が久しく日光を見ない爲に、かうした誤に陷ることは、蓋し想像され得ることである。その遠征隊の同行者の一人は、春が再び廻つて來たときでも、他の同行者の皮膚の色が元通りに見えるやうになるまで、なほ暗黒の中に蟄居してゐなければならなかつたことを經驗した。そしてこの苦しい經驗に機關師のアンドレー自ら身を挺したのである。その後、氣球に乘り不幸にも落命して世に知られたアンドレーは卽ちこの人である。

ギルレンクロイツはその當時の報告書に述べて、「時は一八八三年一月二〇日であつた。この日に初めて黄昏が現れた。アンドレー君は吾々が日光の力によつて普通の色になるまで、暗黒と人工光線の中に留るべきことを進んで申し出て、その日からすぐとこの難行に取りかかつた。そして翌月—二月二一日には、光はスウェーデンの冬の日に相當するくらゐになつた。吾々は海拔一五〇〇呎の山から太陽を見て、その正午になつて一般研究を始めた。同行者はお互にその顏色を吟味し合ひ、また自身でも鏡を見てその判斷を確めあつた。かうして得た判斷によると、吾々の顏色は白く淡赤い色をしてゐて、ちやうど赤い霧でも吹きかけられたやうに見えた。その内の一人は鼻翼がぼんやりした灰色になつてゐた。このときアンドレー君は暗黒から出て來て、先

づ各自の顔色を批評したところが、すべてやはり自分達の行つた批評と一致した。次に彼自身を他の人々と比較したところ、彼はもと紅顔の人であつたが、今はひどく灰黄色に變じてゐる。彼自身も亦、鏡でこのことを認めた」と。この報告によつて、極地で永く續いた寒冷に遭つても、ただ寒さばかりでは皮膚に持續的の發赤や、所謂天氣焦けといつたやうな現象が現れない。しかし寒冷と光とに著しく曝された人の經驗に基くと、寒冷は光の著色作用を助長するものであることがわかる。要するに、どんな場合でも赤い顔色となるのは、大氣や氣候的要素の中でも光が最大の條件である。

光が皮膚や血液に働いて、從つて皮膚の色調を變へるこの作用は、その全般を知るにはこの觀察の外に、フィンゼンが前に述べた實驗をも回想してみよう。フィンゼンは、自分の腕に實驗して知つたことは、光が皮膚に作用して、炎衝を起させるものであつて、例へば人の皮膚を持續的に光に曝すと發赤が現れて、その發赤がなほ少しの間は殘つてはゐるが、續いて皮膚が剝離し、色素沈著が著しく永く續くといふことであつた。この色素沈着は勿論、光によつて生じた皮膚の發赤の結果である。そしてなほ著しいことは、光に曝されて一度その反應が現れた組織は、永い年月に亙つて興奮するが、これはつまり刺戟感受性を持續するからである。フィンゼンは實驗した自分の腕の發赤が、消失した後も數箇月間は少しの刺戟に遭つただけでも、いつも必ずその場所が赤くなるといつてゐる。

治療用の照輝ランプで、強く身體の一部を（舊五十錢銀貨大に劃し）一〇分から二〇分間ぐらゐ照らすると、驚くべきことにはその後、半箇年ほど否それよりももつと永く經つても、摩擦とか洗滌とか入浴とかによつて、皮膚の發赤が再發するものである。また神經作用や心臟機能が亢進すると、今まで外見上消失してゐたやうな紅斑が再び現れることがあるし、一度このやうに皮膚が光に曝されて起つた變化は、電氣浴なり光浴なり海水浴などによつても、また明瞭に現れることがある。かうした場合には強い充血ばかりでなく、偶々組織に點狀や或ひは線狀の出血を來すことなどもあり得

る。これは化學線が皮膚の血管に一度作用すると、その結果として刺戟を受けるや否や、血管は永い間、しかも強く擴大されて皮膚に發赤を殘すからである。そして強い光を一度に受けるのと、弱い光を短時間づつ繰返して幾度も受けるのと、その作用する持續時間は同じ程度である。顔面・頭部・手の甲及び頸筋の赭色や褐色を帶びてゐるのは、強い光或ひは弱い光が僅かながらでも常に絶えず相踵いで作用した結果である。日光浴や電氣浴を常用すれば、たとへ比較的弱い光でも繰返して受けてゐるから以前には眞白であつた皮膚も、赤く或ひは黒くなることは確かである。顔の日焦けする理由はこれによつて明かである。そして皮膚が初め著しく赤色を帶び、それから淡黒くなることも、ただ光の作用だけによるのだといふことも亦明かになつた。

光は日焦けのやうな急性發赤を來たすばかりでなく、或程度までは慢性發赤をも生ずることである。光が絶えず作用すると、皮膚には一定の生理的赤味を帶びて來る。勿論この慢性發赤は各人の日常生活での光の當り加減によつて、その度を異にするものであつて、例へば同一人でも著物で被れてゐる部分と、露出してゐる部分とではその色の差も違つて來る。その度がいよいよ強いと所謂日に焦けた人であつて、健康な若々しい顔といふのは、この慢性發赤や血液が皮膚に滿ちたものである。しかし皮膚の色合ひはただ赤色の調子ばかりによつて定められるものでもない。人體皮膚の色合ひは、血液循環のほかに皮膚に沈著する色素が大きな意味を持つてゐる。誰の皮膚組織にも色素粒が含まれてはゐるが、各人それぞれに多少の差があるものである。色の差は人種によつても相違してゐるし、個人でも、身體の部位によつても色素量を異にしてゐる。殆どすべての人々は乳頭とその周圍は他の部分よりも色素に富んでゐる。皮膚の色素に關するむづかしいいろいろな問題は今ここでは觸れない。また色素の成因については、まだ十分に滿足な説明をすることも出來ないのである。ただ吾々の體内に生理的或ひは病理的作用が行はれると、色素粒が生成されて皮膚に輸送されるものである。なほこの色素が身體内に蓄積した機能についても詳細に知ることが出來な

いが、ここには興味ある皮膚色素と光との關係だけを述べてみようと思ふ。

化學線が皮膚の色素に影響を及ぼし、また光の爲に色素が增加するといふことなどから考へて、色素が光に對して皮膚を防護して、延いては全身を保護する作用のあることは事實である。

身體の表面にある色素の防護力は、炎衝を起す波長の短い光線を吸收する作用のあることに基くもので、從つて身體に無害な赤色とか黃色とか絲色光線は、皮膚の色素には少しも吸收されないのである。

色素沈著　通常色素の增加は、皮膚に作用するすべての光線によつて起る必然の結果であることは、既に述べたところである。皮膚が太陽の光や雪の反射によつて、必ず色素沈着を來すものである。色素はしばしば發赤がまだ消えないうちに出來て、赤味や黃色或ひは黃褐色を帶びてゐて、その發赤が淡くなるに從つて色素はだんだんと明瞭に現れる。なほ發赤が消え去つた後でも、永く光に當たるとこの部分はまた必ず褐色になるのである。この色の變化を顯微鏡下で檢すると、光に當つた皮膚就中表皮細胞には、新に生じた色素粒の集合してゐるのが見える。化學線はまた血管にも作用して、發赤を生じさせるばかりでなく、色素系統にも變化を起さすものであるが、熱線だけには色素生成の作用がない。熱紅斑と光紅斑の相違點の種々あることは前にも述べたが、なかにも色素沈著を伴はないことはその主なものの一つである。

色素沈着の前には必ず光紅斑が起るものだとは一概にはいへないが、發赤や炎衝がなくとも、光の爲にしばしば激しい色素沈著を起すことがある。光によつて色素粒を新生する組織の反應は非常に顯著であつて、血管に働く光が弱くてもなほよくその反應を現すものである。淺春の頃とか、偶々田舍に滯留する際など、顏面や手の甲には少しも發赤の徵候も見ないのに、黑くなるのを自ら經驗しながらも、なほそれが日焦けの現象であることを知らないものである。眞夏の太陽が顏や手足に發赤を來たすことを少しも氣附かないで、夏とはなれば皮膚がすぐに黑くなるものだと思つてゐるの

はおかしいことである。

勿論偶然に日光に強く照された結果、日焦けが急激に現れるやうな場合には、その色は非常に黒くなる。夏日斑（そばかす）とか色素母斑のある人々が、強い光に再三曝されるときには、光がそれに反應することも明かである。田舎に滯留したり、郊外に出たりしても、別段に發赤を起すことがないので、たとへ夏日斑や色素母斑が明瞭に現れて外見上その數が增加しても、人々はなほその反應には氣附かない。これに反して褐色斑は光の發炎作用に對して、立派な防護物となるものである。

光線作用を詳細に解析してみると、發赤と色素沈著とは關係なくして、單獨に起るものとは考へられない。日常の觀察や最近の組織學的研究の結果によつても、この兩者が互に密接な關係のあることは明かである。

溫帶地方にあつても皮膚の色素發生は旺盛である。皮膚が強く褐色になるときはやはり太陽の光の強いときであつて、太陽が吾々に近づくほど皮膚の色はいよいよ黒くなる。色の白い人に色素沈着の現れるのは通常夏の末頃が顯著であつて、秋から冬にかけて漸次減退するものである。但し北國地方では、夏は太陽に曝され、冬は雪からの反射光に浴する爲、四時に涉つて起るのである。例へばエルガチン地方で運動を好む青年達によく見る色素沈著は、冬期に於いては殊に著しいのである。

赤道直下の土人には皮膚の色素含有量が非常に多い。色素の化學的性質は人種を問はず萬人同樣であるが、ただその量を異にするだけであつて、黒人が黒色を帶びてゐるのは、所謂固有皮膚の上層に色素が多量に發生集合してゐるのに外ならない。これはつまり赤道附近では、光に含まれてゐる化學線の多大な害毒に對する天與の防護である。各人種はそれぞれ永い成長の間に、だんだんと光の强さに適應するやうになつたものと思はれる。事實地上では光の多い所と少ない所とではその皮膚の色素の發生に非常な相違を來たすものである。ヨーロッパ人でも南方に移れば色は黒くなるものである。色の黒くなるのは遺傳的關係を除けば外になほ光に大きな要因がある。もし

各人種間について、日に曝されることと色素の沈著とを比較したとしても、兩者は必ずしも並行するものでないことがわかるのである。嘗てビーがいつたやうに、皮膚は常に受けてゐる光線の強さに比例して、ちやうど色素を加減してゐるやうに見える。つまり白晳人種も南方に行くほど色が黒くなり、黒人も亦永く北國に住み慣れることがあれば色は淡くなる。若し黒人の皮膚が太陽光線の熱の弱い地方に於いて、世代を重ねる内に、漸次色が白くなるやうなことがあれば、これは實に興味のある問題である。

フィンゼンの黒人の皮膚の色づく理由に關する研究は、人類の皮膚色素の意義に對して、重要な新見解を開拓したものである。彼はボートの選手が季節の初期に當つて腕を捲つて遠漕したところ、強く太陽紅斑に犯されたが、しかも日に曝されまたその影響を受け易い顔面や手には、少しの徴候がなかつたことに氣附き、これは顔面や手は平素から光の作用を受けてゐた爲に、色素が發生してゐて日光に曝されたこの場合防護作用をしたのであるが、この腕でも一旦初めに強い作用を受けて發赤して、これに色素沈著が出來れば、たとへこれから強い太陽の光に照されても、もはや再び過敏ではなくなり、太陽紅斑に惱まされるやうなことはないと信じた。であるからフィンゼンはこの色素沈著を、「光の必要なる作用」と命名した。實にこの色素沈著こそは、炎衝を起す化學線の働きに對して皮膚を防護する殊勳者である。

ウンナは既に一八八五年に、光は皮膚に化學的綜合作用と分離作用とを起して、色素沈著の一定度以上に進むことを防ぐもので、その進行の阻止は生成された色素自身によつて遂げられるものであるといふことを說いた。光が猛威を逞しくすればするほど、色素沈著も旺盛になり、その色素もだんだんと帶黄褐色となつて、青色と紫色光線を特に吸收する能力のあることを考へると、この青色と紫色の光線、所謂化學線はまた色素線とも名づけることが出來るのである。

フィンゼンは色素の防禦作用のあることを實驗によつて確めた。これは墨で腕の上

に幅廣い二條の黒線を引いて黒人の皮膚に擬し、この腕を約三時間非常に強い太陽の光に曝してからその黒線を消してみたところが、その部分だけは白くて普通と少しも變りがなかつたが兩側は赤く變じた。そしてその後二時間、三時間と時が經つにつれて疼痛を覺え、また輕度の腫脹を伴つて紅斑に變じて、その冒された部分と健康部との境界は、非常に明瞭となつて黒の線に一致した。この紅斑は兩三日間も持續して、表皮にはかなり強く著色した。ここに於いてフィンゼンは殊更に墨を塗らないで、同じ腕を太陽に曝したところが、その結果は前とは全く反對で、先きの白い部分には赤味を發して著色したが、その隣接の（前に照されて色素沈著した）部分には少しの變化も見られなかつた。

バウレスは色素の防護作用について、スウェーデンで次のやうな人を見た。この人は前日、雪山登攀を試みて皮膚に激しい光炎が生じて顔面の皮は腫脹してをつた。その部をよく檢べてみると、腫脹した皮膚の間に小さく陷沒した部分があつて、劃然と他と區別することが出來た。この窪みこそは夏日斑の褐色素が化學線を吸收した爲に、皮膚に害を被らしめなかつた效績の跡であつた。この關係を吟味するが爲に、現にバウレスはズルネルクラット山への登攀に先立つて、先づ顔面を褐色に染めて登山した。この日は非常に天氣もよく、前日に降雪して强い太陽の光線と雪の反射が著しかつたにも拘らず、少しも冒されたやうな形跡がなく、これに反して他の同行者の中で顔を染めなかつた者は强く冒されたといふことである。

夏日斑と色素の增加に伴つた皮膚變化の現象とはまた反對に、色素の損失に起因する皮膚の變化がある。つまりいろいろな病症に伴つて皮膚に白子（しらこ）を見ることがある。これは色素の缺乏と考へるより外はない。この白子にあつては、光に對する天然の防護を缺く爲に、光を受けると普通の皮膚よりも更に强く冒されて、非常に强く炎衝を發するし、また光に基いた反應は特別であつて著色することはない。

白子とは生來色素が缺乏し皮膚は白皙であつて、淡薔薇色に透き通つてゐるもので

ある。その感光力は過敏なものであつて、光を恐れることも非常なものである。この白子の者には、光によつて生じた炎衝の後にも、決して著色を來たさないものである。それは白子の皮膚は色素を作る能力が全然ないからである。普通に色素の發育してゐる人には、光の化學的作用は身體の部位によつてその程度が異つてゐるものである。その差異は身體の表面にある色素分布が、一樣でないことによるものであるが、恐らくは色素の外に皮膚の厚さなども或程度まで、光の防護作用を營むものであらう。黑人の手掌や足蹠の皮膚は、他の身體諸部よりも遙かに色素は少ない。フィンゼンは一定の厚さのある表皮は、光の發炎作用に對してやはり防護力のあることを確め、ブスックも亦實驗的にこれを證明したのである。それによると色素の少ない部分の皮膚を二分間光に照らしたときには、既に反應が現れたのであるが、同じ强さの光を足蹠に投じたときは、それと同樣の結果を得るまでには一時間もかかつた。

色素の厚薄によつて、皮膚の色には黃色・褐色・黑色等の差異を生ずるのであるが、その化學的、生理的の性質はどれも同一であつて、炎衝を起す光線卽ち化學線を吸收して無害とさせるものである。しかしこの色素は赤・白・黃・綠色の光線だけは吸收しないが、幸にこれ等の光は皮膚にも全身にも少しの害をも及ぼさないから、防護する必要も從つてないのである。

角層色素　以上に述べた血液と色素の他に、人體の皮膚にはなほ一つの組織要素があつて、身體表面の外觀や色合ひに關係し、また同時に光に對して意味のあるものがある。それはウンナが世に公にした角層色素である。これは通常の色素の層よりは上層にあつて、表皮の角層細胞内にある。それはヨーロッパ人だけではなく黑人に於いても同樣である。色素粒はここには細くなつて、細胞内に汎く散在してゐる。生理的には黃色であるが、或病氣になると濃黃・褐色乃至黑色を呈して來る。ウンナのいふところによれば、この色素は暗い所にあつては緩慢に出來るが、明るい所では迅速に生ずる角質の分解産物であつて、一種黃色を帶びた物質で、しかも角質内に微細に瀰

漫し、その集積の多少の度に從つて、角質は黄色とか褐色とか黒色とかを帶びて來るのである。この角層色素は過酸化水素によつて無色となるもので、顆粒性色素の防護作用を助長するものであることは疑のないところである。

表皮の溷濁　メーレルの主張するところによると、皮膚の外觀には光の特別作用がある。彼は光に曝された皮膚が二、三日後になると、溷濁して透明質を失ふものである。そしてこの變化は暫く殘存してゐるが、漸次に薄くなつて遂に全く消失してしまふことに注意した。上皮が剝離すると再び普通の光澤を發して、天然の透明性に戻るものである。この溷濁は組織的にいへば、皮膚が水腫樣に腫れたのであつて、上皮内に溶液の增加とか增生機能の亢進とかに基いたものである。メーレルはこの實驗の結果、所謂上皮の溷濁は化學線によつて生じ、色素沈著と同樣に有實光線に對する防護作用の一つであることを確めた。

毛髮　光はまた毛髮や爪にも影響を及ぼすものである。これ等は夏季には冬季よりも成長が速かで、從つて鬚剃・斬髮は冬よりも夏の方が遙かに頻繁である。ベルドルは實驗によつて毛髮の成生は夜間よりも日中は十六分の一だけ長くなることを確めた。

婦人患者の治療に際して、强い光線を當てた場合、往々その部分の皮膚に生毛（うぶげ）の激しい發生を訴へることがある。また腕を捲り上げて光線療法に從事する看護婦が、腕に毛が非常に增したり、密になつたりすることを訴へることもある。光を毛髮生長を促す作用として治療に應用したのは、フィンゼンの光線研究所から始まつたものである。ジェルジールドは禿頭を化學線に富んだ光線に照らしたとき、毛床を刺戟して毛髮に强力な機能や增生を促進した。クロンマイエルは毛髮を生ぜさす細胞に、化學線が作用することを解剖的に證明した。グルンドは同じ研究を家兎の毛を剃つた皮膚に試みて、毛髮の再生は暗所であるよりも太陽の光を受けるところの方は、遙かに速かであることを發見した。暗い所では少しも再生しなかつた場合でも、光をこれに當て

ると忽ち再生したことを實驗した。

深部に働く作用　光を治療に應用する際に一番重要なものは、

第一　光は果して皮膚を通過して體内深く侵入し得るものかどうか。

第二　光は皮膚と皮下臟器にも作用し得るかどうか。

の問題である。

若し吾々が眼を閉ぢて、強い光例へば太陽などを眺めると、眼前に赤色か赤黄色の光を感ずるであらう。若し閉ぢた眼と光との間に不透明體を置いて、急にこれを取去ると、赤い光の感覺は殊に著しく現れるものである。これは光の明輝した部分が眼瞼を貫通して、網膜に達して一種の刺戟を與へるからである。

今、五本の指を揃へて、しつかと附け合はしてランプの光に翳すと、指頭や指間の相接觸してゐる部分は赤く光つて、ちやうど指骨ばかりでなく、掌骨までも透き通つて見えるかのやうに現れ、また大きな血管は鮮紅色に明るい手面に、黒い線となつて走行してゐるかのやうに見えるであらう。殊に貧血の人の皮膚、特に耳殻が割合に透明であることに驚くものである。これ等はすべて眼に見える光の一部が、皮膚を透過してもなほ吾々の眼球に、特殊の刺戟を與へるに足るだけの力をもつてゐる爲である。

化學線の關係に就いて二、三の面白い實驗的觀察の報告がある。次に列記してみよう。

ゴドネフは細い硝子管に鹽化銀を滿たして封じたものを、犬か或ひは猫の皮下に穿入して日光に當てて、一方またこれと同じやうなことを施した一、二匹の動物を、暗い場所に繋いで比較してみた。そしてゴドネフは照射一時間でその硝子管を取出したところが、日に當てた方の鹽化銀は黒變してゐるに拘らず、暗所の方は少しも變化を被らなかつた。かうしてみると化學線は犬・猫の皮膚を透過して、更に硝子管をも透すものであることがわかる。

オニムスは自分の手を寫眞板に當てて、やはり太陽の光の作用に基くことを明かにした。因に彼の手の厚さは二六粍から三〇粍ばかりであつたが、日光の照射時間に五分を要した。

ゲルハルトは自分の手を石膏に包んで、手背を僅か露出しただけにして掌下に寫眞板を置いて、手の甲を電氣弧燈の光に二〇分間曝してから、暗室で石膏を取除いて現象したところが、乾板が黒變して、手や指の形が明瞭に現れたのを見た。

ザルソンとダルボアは寫眞紙を口の中に入れ、頰の外からフィンゼンの集光裝置で光を當てた結果が、その寫眞紙の黒變を證明した。

ゾルカは臭化銀膠の細片を細い管に入れて、犬の皮下に挿入して、その部分の皮膚に一〇アムペアから二〇アムペアぐらゐで電壓五〇乃至六〇ボルトの電光を投射したが、僅かに三〇秒間で臭化銀が分解したのを見た。更に同じ臭化銀膠を入れた細管を人の耳の皮下に置いて同様の試驗を施したが、やはりこれも三〇秒以内で分解した。

更にこのほか同じ細管を口に含んで頰の上から光を投じたところが、二分間で分解した。なほ次に二五アムペア×一一〇ボルトの弧光燈で試驗したときも、化學線は身體の深い内部にまで透過することを證明した。彼は例の細管を項部（頸部の後部）に置いて前頸を照し、また細管を右脇に置いて左脇から照したところが、どれもすべて寫眞紙は明かに黒くなつた。

以上のいろいろな試驗によつて、化學線は皮膚や身體の内部にまで透達するもので あつて、なほその上透過後も更に適當な物體に對し、作用する働きのあることは明かになつた。但し、光の透過力は光源の強さに關係することはいふまでもないことである。フィンゼンも亦この問題に沒頭し、化學線の内でも特に殺菌力あるものが、組織までをも通過竄入することを發見して、白い家兎の耳に黴菌を接種し、集合光線をこれに投じたところ、黴菌の發育が非常に進まなかつたことを知つた。しかしフィンゼンはこの動物試驗だけに滿足せず、更に人間の耳で試驗をした。つまり耳の後側に寫

眞紙を置いて、前方から太陽の光を集合して、青紫色のスペクトルムを投じてみたが、五分間ではまだその紙に變色が起らなかつたので、今度は耳を二枚の硝子板で挿み、兩側から壓し付けて血液を驅逐してから同樣の實驗を行つたところが、五分間後には寫眞紙がここに全く黑變してゐた。更に實驗の結果、紙の黑變するまでには二〇秒で十分なことを知つた。これでみると、血液が化學線の通過を防害するものであつて、從つて化學線は組織內に血液が少ない程、速かに且つ强く組織を透過するものであることがわかる。

フィンゼンが教へたやうに、吾々も亦血液が透過光線の一部を吸收して、他の一部を通過させるものであることを直接の觀察によつて知ることが出來る。今、硝子板で耳を兩側から壓し付けて、これに當ててゐる光を分光器で見ると、スペクトルムはすべての色を含んではゐるものの、壓迫されてゐない耳を通過した光は、赤色と黃色とだけで、他の色を含有してゐないのである。換言すれば組織內の血液は、この二色の光の他はすべての光線を吸收するものである。赤色光線はたとへ血液に富んだ厚い組織層でさへも、容易に通過し得られるものであつて、單に皮膚とか皮下組織だけではなく、筋肉や軟骨や骨などをも通過出來るのであるが、ただ血液の充ちた血管はその通過を妨げるのである。偶々診斷上の目的で、口腔或ひは胃內に小さな電燈を入れた場合に、その頰や腹壁を透して光る赤い光線で、血管が往々黑い線となつてはつきりと映るのを見ることがある。

光線の竄入作用を一番よく說明したものはブスックの實驗であらう。彼は一枚の寫眞乾板と臭化銀板とで左の手甲をしつかと結び付け、この乾板の周圍からは絕對に光の入らないやうに接合劑で被覆して、しかも石英レンズで平面に壓し血液を排除してから七〇アムペア×五〇ボルトの弧光燈の集合光で照したところ、手の中央（厚さ二・四糎）では三分間、手頸（厚さ三・七糎）の所では四分間で臭化銀板は感光した。また太陽の集合光線で手の中央部を照射したところが、一〇分間で寫眞乾板に作用した。

次いで臭化銀板を手甲に括り付けた上で、十分な注意のもとに掌面から集合光線を五秒間投射した。その際、特に投射光線の中の赤黄色と黄色の光線だけを透過させる爲に、重クロム酸加里の溶液瓶をその中間に挿んだが、やはりよく臭化銀板の感光したことを知つた。これこそ光が手を通過して更に銀板にまで作用した結果である。この後に重クロム酸加里の代りに、スペクトルムの赤・黄を吸收し青紫を透過させる二酸化銅のアムモニア溶液を使つてみたところが、曝光一〇分間に及んだが、その感光は陰性であつた。ブスックは赤色と赤黄色の光線の透入作用を次の方法で證明してゐる。それは認識光線の赤色と黄色線に對しての一番正確な試藥は、吾々の網膜である。そして光線が組織内に深入し得られることや、その深入程度を定める爲には、前試驗に使用した光を手甲一箇所に當てて、壓迫レンズを用ひて、またその光の當たる部分に相對して手掌に金屬製の圓管を附け、傍から光が侵入しないやうに注意し、その圓管から覗いて見て、光に曝された部分が赤く色づいてゐるかどうかを視ればよいのであるが、ブスックはこの裝置で上肢の赤黄色の光の透過を研究したが、厚さ二・八糎の手の中央部では黄色光線が通過して眼が眩しくなつた。厚さ三・四四糎の拇指を通過する光は、遙かに弱いといつてもまだ明かに通過するのがわかる。厚さ三・六糎の手頸の所とか、拇指球の所ではまだ多くの光を通過させられるが、もう腕の所になると遙かに透過力が減じて、五・一糎の厚さの所ではぼうと明るく感じるだけであつた。ところが、この際に赤色光線だけを透過させるフクシン溶液を介して試驗すれば、その通過率は厚さ三・六糎の層の透明率と同一であつた。

すべて動物組織は赤黄色系光線に對しては可透性であつて、殊に赤・黄線は最も透過性に富んでゐる。可視光線のうちで波長の短いものほどこの力は少ない。ブスックは七〇アムペアの弧燈の光をレンズを使ひ並行光線として、その光線には分光器を裝置して、その前に血液量に變りのない兎の耳を、初めは一耳、それから順次に二耳、三耳、四耳と合はせていつて試驗したが、最初一耳の場合にはスペクトルムのすべて

の色を見ることが出來たが、二耳となるとまづ青・紫色光線が消失し、綠・黄・赤色の線だけが透過した。三耳となると今度は綠色線を失ひ、四耳となれば單に赤色光線だけを見るばかりとなつた。ブスックの計算によると、兎の耳を透過出來る光線は外部赤外線では五%乃至二〇%、赤黄線では二二%、青色及び紫色線では僅かに一%に過ぎない。そして青色と紫色線が感光物質に作用する能力は、兎の耳の血液の爲に約九九%だけを減ずるのだといつてゐる。この實驗はまことに注目に値するものである。

吾々の組織でもスペクトルムの赤黄部だけが透過して、強い化學的作用のある青色・紫色線は深くまで作用することが出來ないものである。

ブスックの表によると、紫色光線の透過力を一とすれば紫外線はそれよりも少ない。赤と黄色光線の透過力はその二二倍で、内部赤外線の透過力は最大の二〇八倍であるが、更に外部赤外線となると再び減じて來るものである。終りにレンカイの實驗を一つ附け加へて紹介しよう。

レンカイは太陽の集合光線を用ひないで透過力を研究した。落下光線では、その光量の百分の一が僅かに皮膚の〇・五糎の深さに達したのを發見した。そしてその深入した光の八五%は黄色光線で、青色光線は僅かに五%である。青色光線でも若し皮下に筋層のない所であれば三糎の深さにまでは達する。

光の實驗に於いてたとへ光が寫眞板に作用することは微少であるといつても、筋層を通過して皮下五糎から六糎ぐらゐまでに達するもので、彼はやはり赤色光線が黄色光線よりも、なほ多量に且つより深く透入するといつてゐる。

紫外線　身體から切取られたか、または壓迫されて無血となつた皮膚は紫外線をよく透過さすものである。ストレーベルは亞鉛とアムモニウムの電極で發した感應火花を、螢光作用のある溶液に用ひて次の實驗を行つてこの事實を明かに說明した。

この溶液の前に豫め脂肪を抜去つた皮膚を挿入して置いて、光を投射したところが

溶液が完全に螢光を發した。

無論螢光作用を起す紫外線が皮膚を透過したればこそ、この現象を現したのである。またヤンゼンはいろいろな厚い皮膚の下へ、細菌培養基をそれぞれに置いて、紫外線のスペクトルムのどの部分が皮膚を透過して、殺菌作用を現すものかを試驗した。それによると厚さ二粍の皮膚では、その光の殺菌力が阻止されるが、厚さ一・五粍の場合だと殺菌力の働きが遂げられることを知つた。内部紫外線は強い殺菌力をもつてはゐるが、それでも〇・八粍の皮膚を通ればその力を失ふものである。これは全く薄い皮膚にさへ吸收されてしまふものであるから、内部紫外線が皮膚組織内に透入することは殆ど不可能といつてもよい。またなほ更、生きてゐる組織にあつては、既に上皮膚で吸收されてしまふものである。

フロイドンは内外部兩紫外線の透過作用の差異を一層詳細に研究した。火傷・水疱・痘疱の表皮と動物の移植下皮を、それぞれ石英板の上に載せて、上皮に傷のあるなしを仔細に檢べた上で、更にその上を石英板で被つてから、格子スペクトルムの裂孔の前に置いた。そして光源にはライデン瓶を使用した強い電氣火花を用ひたのである。（この光は非常に紫外線に富んでゐる。）

第一回の試驗では火花の間に皮膚を挿み、第二回目には皮膚を挿まずに施行した。すると、内部紫外線よりも強い屈折の外部紫外線は、所謂カドミウム線の外方に黒影を現さなかつた。これはつまり皮膜に吸收されたからなのである。これに反し、内部紫外線は表皮を透過してまで、カドミウム線に達したことを證明した。クロンマイエルもこれと同一の實驗をして「紫外線は通過し、アングストローム線（3288 Å）を超え、厚い皮膜に吸收された」ことを報告した。ヘルテルも「比較的に強く屈折する光線は、上皮と眞皮とによつて吸收されるもので、その吸收作用の行はれる所は殊に表層の血管網にあるのだ」といつてゐる。

光の殺菌力は比較的強く屈折する光線の作用である。今までに述べたいろいろな實

驗によつて明かなやうに、化學線は皮膚組織の表層に吸收されるものであるから、深層の組織に働いて著しい殺菌作用を現すことは期待しがたい。皮膚でも上層ばかりに制限されてゐるから、その實際的價値はただ角層に限られてゐるものと考へらるべきである。生活してゐる表皮或ひは結締組織は、光の作用を被らないことになる。何れにしても人體組織內の細菌の或形質には、少しも光の直接的影響はないものである。クリングミュルレルとハルベルステッテルとが結核組織に試した次の研究も、やはり上述のものと同じ成績と意義とであつた。この二人は人體皮膚の結核竈を二、三時間紫外線に曝してから、その病竈を切取つて粉碎し粥狀として、天竺鼠の腹腔に注射した。元來この天竺鼠は結核移植には非常に感じ易いものであるが、移植された或ものは果して結核に罹つて死亡した。であるからその注射した粥中にも、なほ生活してゐる結核菌の存在を認めることが出來る。次いで天竺鼠の皮膚に生きた結核菌を擦り込んで、紫外線を七〇分間當ててその部分を切取り、他の天竺鼠に移植したところ、これも亦同じやうに結核に冒されて斃死した。かうしてみると組織の上皮にある結核菌さへも、紫外線の作用を被らないことがわかるであらう。ヤンゼンも亦これに類似の方法で、結核組織に及ぼす紫外線の能力は、非常に僅少であることを立證した。それは厚さ〇・二粍の結核組織層を殺菌するには、強い光に一時間も曝さなければならないといつてゐる。

衣服　いろいろな光線が、人體の皮膚を透過するか、しないかの研究の結果から、また延いて光は吾々が日常著用してゐる衣服を透過し得るものかどうかといふ問題がここに起つて來る。

バウブノフは實驗的にこの問題を研究した。彼は一枚の板の上に感光面を上にした寫眞紙を貼付け、研究しようとする衣服材料をその上に載せた。勿論この準備はすべて暗室內で行つたものである。これを西北向きの室の窓際に置いて日に曝したところが寫眞紙は黑色に變じた。これによつて、化學線は植物性と動物性物質を通過し得

られるといふことが知られる。尤も物體の厚さとか色の種類とかによつて、多少はその度を異にするものであつて、その中で黒色のものは最も弱く、青色のものは一番よく光線を通過させるものである。

吾々の身體は衣服を纏つてゐても、光の影響を全く避けることは不可能である。バウレスが印度に駐屯してゐた或イギリス士官について、悲慘な物語を記載した。これはこの點に關して頗る興味のあるものであるから次に述べよう。

その青年將校は、熱帶の強い太陽に非常に感じ易いしかも全身に亙つての過敏性をもつてゐた。醫師はあらゆる方法を試みたが、光に基づく疾病を防禦するに術なく、遂には熱帶での作業に從事しがたい爲に、痛ましくも癈兵として故國に送還されなければならないやうな事情になつた。しかし最後の手段として、試驗的に彼をちやうど寫眞乾板のやうに取扱つて、化學線を透過しない色の物質でその全身を被つてみたところが、幸にもこの方法は遂に成功した。このヒントを得て以來、黄色若しくは赤色の何れかの色によつて光の內に入るを防禦し得ることを知つたので、軍服や帽子に橙色の裏地を附けたところが、果して士官の健康は恢復して、再び熱帶地での作業に從事してその職責を全うした。實にこの色を用ひると強い太陽光に照らされても、作業の際に、毫も障害を被らなかつたといふのである。

熱射病　殺菌的光線、卽ち化學線が皮膚組織を透過し得ないといふことだけでは、まだ光そのものが內部器官殊に腦脊髓に對して、發病作用のあるかどうかの問題を解決することが出來ない。しかし熱射病といふ一種の神經障害は、紫外線によつてのみ生ずるものだと思ふことは大きな間違ひである。なぜならば、化學的有力な光線はこれ等の器官へは決して到達し得ないからである。ミュルレルはこれに關して、家兎と天竺鼠とに實驗して、その事實を次のやうに明らかにしてゐる。つまり熱射病は光の作用に與へられるものではなくて、熱作用に由來するものであるときつぱりと論じたのである。

第八章　光に曝された組織の變化

前に述べたやうに化學線は、皮膚組織内にある細菌には何等の作用もなし得ない。ましてそれよりもなほ一層深い所にある器官の細菌には、その光力の働きは全くないものである。それであるから細菌に障害を與へ得る光は、寄生病原蟲を宿す深部にまで到達することは、絶對に不可能であるといはなければならない。なぜならば、光が表皮細胞に達するや否や、忽ち皮下血管に吸收されてしまふからである。

光のエネルギーは生活してゐる細胞に攝取されると、すぐにその原形質に化學的變化を起さすのである。このやうに光線の刺戟が生理的範圍を越えて、細胞に化學的變化を誘發して、炎衝を起すことは既に述べた通りである。

フィンゼンは組織が光に曝されて起る反應を、生活體に於いても實驗した。蝌斗の尾を約一五分間光に曝したところが、毛細管は擴張して、從つて血行はだんだんと緩漫となつて、遂に靜止してしまひ、白血球は血管壁の範圍外に散出し、また赤血球も少數ではあるが血管壁を穿通した。

このやうなことは普通一般の炎衝に見る現象ではあるが、フィンゼンはなほ光に基づいた炎衝の特徴として赤血球の關係をあげた。それは赤血球が收縮して球形となることであつて、この現象こそは光の炎衝には必ず起るべきものだといつてゐる。或ひは時として、照輝してから約二〇分も經過して、初めて赤血球の變化の現れることがある。

そしてこれ等の事實を確める爲に二、三の動物を直接光に曝してから、その組織を昇汞の飽和溶液内に入れて固定し、顯微鏡標本を作つてこれを檢査したところが、赤血球に今記したやうな變化のあることを確めたのである。また蜥蜴の尾でも同一の研究を行つて、赤血球收縮現象の種々な場合を究めたのであるが、その形狀も普通とは

著しく變り、形態もまた明かでないばかりでなく、ヘモグロビンの量も減少した。光によつて起つたこの赤血球の變形とか收縮は、他の炎衝には決して起らないことを論證し、從つて光の炎衝の特徴ともいひ得べきことを確信したのである。太陽の光や電光によつて起る炎衝、卽ち太陽皮膚炎或ひは電光皮膚炎に際しては、皮膚は多少强い發赤と膨脹とを伴ひ、その冒された表皮は溷濁して輕い浮腫となる。若しもまた强い光の刺戟を受ければ、滲出性炎衝を發して表面には水疱が出來、組織液を滲出するやうになるのである。そしてその發炎の極期が過ぎると、發赤腫脹は消失し始めて、表皮は糠粃狀となつて剝落して黃褐色となり、時日を經るに從つてだんだんと再び通常の狀態に復するものである。

この病症の解剖的變化は、通常の炎衝現象に相當するものであつて、つまりその表層の血管は擴張して、內に血液を充滿し、漿液は血管壁を通じて、隣接してゐる結締組織層とその上層の表皮に浸潤するのである。そして同處にある淋巴腔を擴張して、表面に向かつて壓迫を加へるから、炎衝性滲出物の壓力は、結締組織細胞、就中血管壁の結締組織に障害を及ぼして、更にまた表皮の角化作用をも障害するやうになるのである。殊に表皮は光に曝されて、第一に反應する器官である。表皮が光のエネルギーを攝取して化學的變化を起すときには、必ずその組織が損傷を受けることになる。そしてこの表皮の變化に伴つて、結締組織には急性炎衝に基づく漿液滲出を來たして、表皮細胞の核や原形質は變性して、遂に壞死に陷るのであるが、更に進んでは腺とか毛囊とかに變化を及ぼすものである。

刺戟の强弱だとか、また組織の反應の如何によつては、その充血や漿液滲出などの割合も相違して來るのである。殊に充血が著しい。液の滲出とともに多數の白血球や赤血球が血管壁を出て、血管の周圍に絮狀に集積して表皮が剝落すれば、そこに大小の水疱を作つて、角質層や或ひは表皮の深層、或ひは結締組織の境にまでも波及することがある。そしてもしもその部分が摩擦でもすれば、水疱の被蓋が破れて漿液は表

面に溢れるが、傷口は乾燥して結痂する。

強い光に永く曝されると、(個人の特異素質にもよるが)血管に血栓が出來て複雜な症候を現すことがある。かうした場合には皮膚の表層だけではなく深層の血管もともに冒される。このことを詳細に研究したのはメコルレルである。彼は家兎の耳翼を紫外線に強く曝したところ、その反對側の血管も同樣に冒されたことを發見したのである。刺戟がなくなると、今まであつた變性現象は消失して、その代りに再生現象が現れて來る。徐々として血行は舊に復し、組織間に溢出したものはだんだんと消失したり吸收されたりする。皮下組織では初め細胞が深い場所のところどころに、次ぎには表層内に增殖新生して、血管の新生や結締纖維が新生されるのである。そして組織要素の活動は亢進して、單に損失したものを補充するばかりでなく、更に新たに、しかも餘分に結締組織とか表皮の增殖を促すものである。殊に表皮にあつては、補修作用と細胞の增殖機能の亢進作用とは永くまで續いて、肉眼でも表皮の輕度の肥厚や落屑の增加によつてこれを知ることが出來るのである。これと同時に、色素の增加も漸次に現れるやうになつて來る。

病弱者の皮膚が強く光に曝されると、健康者よりも一層強く變化してその感光度は一層鋭敏である。充血と漿液滲出は淋巴液の流動を昂めるものであるから、健康者の血漿と新鮮な漿液は絶えず新生せられて、益々病的蓄積物を攻撃し、これを溶解するなり病原を排除するなりに努める。この際、結締組織の纖維性要素は毫も害されないで、健康な瘢痕組織はその病地に發生するものである。

以上述べたやうに、光は病的細胞を撲滅し、これに代るべき組織内の治療要素を補助し、以て生理的に復歸させるもので、炎衝に伴つた變性や補修機能は、疾病の根據を排除して健康狀態を齎すものである。

第九章　光と皮膚病

吾々は以上の叙述よりして、日焦けは光の化學線に基づく病理的反應であることを知つた。すべての生理的刺戟のやうに、光の刺戟も一定の「度」を超えると病的作用を起すものである。日焦けや雪焦けや、紫外線療法などによつて偶々起す皮膚炎は、光の強さが常規を逸して大きい爲に生じた皮膚疾患である。強い光は過度の熱と同樣に、これが働いた場所を傷害するものである。

しかしここにまた光の強さとその力が通常であるにも拘らず、或人によつては、寧ろ弱い光の刺戟にでも皮膚に疾病を起すことがある。このやうな人は他人には少しも光の刺戟を感じさせないのに、日焦け樣症狀を起さすものである。

光炎　かうした人は病的に亢進した感光性をもつてゐて、化學的光線によつて容易に發病し得ることに、初めて注目したのはファイエルである。そして次のやうな面白い話を書いてゐる。或婦人が二四歳の春四月、天氣清朗の日に日光を浴びながら散歩したところが、顔面に突然に發疹した。しかし當時はその發病の原因については、少しも究明する手がかりがなかつた。そしてこの發疹はちやうど蕁麻疹のやうな症狀で、眼瞼はひどく腫脹したが、四日間室内で安靜してゐると、その發疹も漸次消失してしまつた。しかし數週間後、また日中に戸外散策を試みたところ、前同樣に再發してしまつた。しかもその日の晴曇に關係なく發生した。同年の六月頃になると、皮膚の異常感應は一應減退して、外出しても發疹しないやうになつた。ところが翌年の春になると、去年と同樣の刺戟狀態に陷つてそれが晩夏までも繼續し、秋冬の交になつて初めて漸く舊態に復することが出來た。

それからはこの發疹は毎春起つて、しかもその發疹期間も年とともに永びいて、無刺戟時間はだんだんと少くなり、ただ治療に時日を費やすだけであつた。但し日足の

短い冬の二箇月間は常にその病勢は緩み、皮膚の刺戟感光性も減じたが、やはり毎年一月の終りになると、再び病狀が劇しくなるのを常としたのである。室内にゐて窓を閉めて置けば無害であるが、それにしてもなほ窓に向いた顔面は輕く刺戟せられて、僅かながらでも炎衝が生じた。しかし患者が窓から遠く離れてゐさへすれば、かうした刺戟狀態は起らなかつたのである。

そして不思議なことには日沒頃から夜にかけて野外に出て、風雨に曝されても決して顔面には害を被らなかつたし、また熱い竈の前や煙突、或ひは暖爐からの放熱を受けても少しの徴候もなかつた。なほ蠟燭とかランプの強い光とかに照されても影響が見られなかつた。

ファイエルは光の化學線に發病作用のあることを認めてゐるので、この患者には戸外散歩の際に必ず化學線を吸收する赤色のヴェールを用ひさせたところが、果して顯著な效力を奏して、先には二分間も室外に出れば必ず發疹したのが、今では少しの害も受けずに明るい場所へ出ることが出來たと物語つてゐる。

種々な關係から一陽來復して、太陽の光が化學線を豐富に含有する季節になると、顔や手などが光に曝されて炎衝を起し易い強い異常感光性のある人は、決して少なくない。

化學線は大抵顔面濕疹の原因となることがある。顔面濕疹は暗い室内或ひは日光の弱い期間には消失してゐて、春になると再發するのである。そしてその多くは年とともに過敏性を增加するもので、初めは單に太陽の光に直接曝されたことによつて發するが、後には間接日光を受けてさへも發病するやうになるものである。かうした人々の異常感光性については、まだ明かに說明することが出來ない。色素の缺乏の爲ばかりでもない。しかしこの光炎にはここに述べた色素異常の場合のやうに、强い色素沈著の伴はないのを特徵とするものである。

特異質　光炎の病理に關しては詳細な研究はないが、恐らく光に對する特異性質

に、密接の關係のあることは容易に考へられる。すべての他の特異質の反應と同じやうに、病的に亢進した感光性も突然に現れて、長時間繼續し、時としてはいつまでも持續するが、また時としては忽然として消失することがある。

身體の保護　このやうに特異質は危險を伴ふものであるから、努めて光の化學作用を皮膚から遠ざける處置を施さなくてはならない。バウレスの報告したかのイギリス士官のやうに、感光過敏性が全身に擴がつた場合には、この士官の例に倣つて強く屈折する光線を吸收させて、皮膚に侵入するのを防ぐ爲に、赤色或ひは黄赤色の裏地を衣服につけるのが最上の防禦策であらう。

光の刺戟による疾病は、衣服に被はれてゐない皮膚に局限することもあるから、また手や腕には常に赤色か赤黄色か或ひは褐色の手袋をはめ、乃至は同色のヴェール・日傘・鍔廣の帽子を被つて顔を保護しなければならない。普通の軟膏や脂肪の應用などは殆ど效力はないものと見ねばならない。しかしウンナの報告にあるやうに、防護色素をこれ等の膏藥に混ずればその效力が顯著であらう。ハンメルは皮膚の患部に規那水溶液、または一層よりよきものとして規那膏藥を塗布することを奬勵した。硫酸キニーネ鹽類は螢光を放つて、有害な短波長の光線を無害な長波長の光線に變ずる性質がある。それでこれを皮下に注入することも、亦一防護法であらう。また一方患者を春の初候から、化學線に富む光線によつて漸次に慣らさせようとする手段は、多くの場合には何等の效果がないものである。

夏日水疱　太陽の化學線に對する反應の一つに、夏日水疱卽ち膿疱性水疱がある。これは幼少の者が多く冒される疾患である。このやうな異常に亢進した感光性は、皮膚の先天的遺傳的異常に歸すべきものである。通常は顔面就中、鼻・耳・頰その他手や前腕のやうに、常に太陽の光に曝される部位に局限して水疱が出來て、それが深部にまで擴がつて壞疽を伴ふのが特徴である。最初、蕁麻疹樣の大小の結節が出來、その周圍には炎性浸潤が伴つて、遂にそれが漿液を充たした水疱に變化して來るが、間

もなくそれも乾燥し、結痂して瘢痕を結び、そして治癒するのである。その瘢痕が非常に痘痕に類似することも、亦この疾患の特徴である。一度この疾患に襲はれると、相踵いで新水疱が次ぎ次ぎと生じ、初春から晩夏にかけて持續し、更に初春に至つて再發し、偶々有害光線を避くることによつて平癒する。また月日とともに對光抵抗力が漸次に生じ、遂にはよく順馳するやうになることがある。

メールレルとエールマンの實驗によつて、化學線特に紫外線がこの疾患の原因となることを確めることが出來た。この發疹が時には衣服に被はれてゐる部分にさへも生ずることがある。これは恐らく波長の短い光線が、服地を通して皮膚を冒したものであらう。この發病つまり光の刺戟に對する組織の反應が、どうであるかといふことについては、まだ明かな研究はなされてゐない。そしてかうした患者は往々にして血尿を漏すことがある。その療法としては、化學線を適當の防護法によつて出來るだけ遠ざけるより、他には今のところ方途がない。

色素性乾皮症　色素性乾皮症と名づける病患は、勿論光の作用を被つた皮膚の疾患で、前述の疾病よりも遙かに症狀の劇しいものであるが、幸にもこの疾病は稀に見るだけである。この病は極く幼年時に發するものであつて、天氣のよい春先きから夏にかけて野外に連れられたとき、皮膚に光を受けるや否や、すぐと發赤・腫脹するものである。そして表皮が輕く剝落した後には、少しく色素が沈著して、初發の光反應を消失してしまふ。しかしかうして幼兒が光に當たる都度、炎衝はだんだんと激しくなつて、遂にその症狀は全く減退することがなく、皮膚はところどころ肥厚し、粗糙となつて、その一部の皮膚は落屑する。そして多少廣濶な色素斑を殘したり、しばしば夏日斑樣の狀態を呈して炎衝に陷ることがある。かうした新舊の病竈は順次相踵いで生じ、古い色素斑は益々擴大して來ると同時に、皮膚の表面には多くの透明な青・赤色を帶びた血管條が現れ、皮膚は肥厚して所々に白く輝くのである。これはつまり色素を失つた爲であつて、皮膚の榮養は次第に衰弱し憔悴して、遂には一部に上皮の增

殖を來たし、徐々に癌のやうな惡性腫瘍を發生するやうになるものである。そしてその患者は壯年期になつて惡性質で殪れる。この疾患は皮膚が化學光線の作用に對して、固有の反應を示すところの先天的素質及び家族的關係に基くものである。

ウンナは光の發病に及ぼす關係を次のやうに說明してゐる。色素の沈著や毛細管・靜脈などの擴張とかによる身體表面での過度の充血や、皮膚の角質變性硬化などは、どれもみな光の有害作用を除去しようとする皮膚組織の努力の結果である。そしてこのうち色素沈著は、一番簡單で且つ全く無害にこの目的を達するものである。色素の褐色は直接光を吸收して、これを熱に變化させるものであつて、色素は角質にまで波及して、最も確實に且つ根本的にその作用を全からしめる能力をもつてゐる。

皮膚の表面を充たしてゐる血液は、ちやうど寫眞暗室の赤硝子と同じやうに、青色の光線作用の全部を消失させる效力があるから、やはり防護裝置の一つだともいへる。しかし表皮が光に曝されてゐる間は、血液の充血過剩はその效力を少なくする上に永く榮養の變化を伴ふ恐れがある。結締組織と表皮の肥厚は、光の作用には直接の效果はないが、恐らくは防護體と見てもよいのであらう。これ等は初めこそ有效であるが、色素の出來るに比例して減じるものである。皮膚の角質變性とか、乳嘴體の硬化とか萎縮とかは他の目的に適するものであつて、これ等は皮膚組織を無感覺とするし乾燥もさせ、また强く硬醋(たこ)樣或ひは胼胝(いし)樣に變化させて、光の影響を減少さすものであるが、光を遮ぎることは出來ない。

以上述べたこれ等すべての防護力は、徐々に組織から發生するものであるが、みな一樣に發生するものではないから、種々複雜の狀態を現じ、一見して殆どその作用の微妙なることを想像することが出來ない。

醜い容貌　夏日斑は光がその原因となることは、既に說明によつて明かである。

先天的發育異常も一原因であつて、弱い光ですらこの色素の集成を促發させるものである。顏面の夏日斑は、春季・夏季の强い光力に影響せられることは一般によく知

られてゐる。しかし衣服で被はれてゐるにも拘らず、ここに夏日斑の發生するのを見ては、吾々の衣服も決して光線を遮るものではないことがわかり、また化學的に作用する光線は、全く衣服ぐらゐで遠ざけ得られないことも忘れてはならない。光の反應力の亢進した人にあつては、少しの光でさへも著しい作用が現れるものである。

顔面や手などの皮膚に生じて、著しく容貌を醜くするのに疣がある。よく幼年者を襲ふものである。この病原もやはり光に基くことは疑のないことである。これは表層の表皮細胞や、その内にある色素の感光力が亢進することに原因するものである。先に述べた皮膚病の他に、なほ光が病原となる皮膚病はいろいろとあるが、光に對する先天的・後天的過敏性の本性は今以て不明である。しかしその病的變化の成立は、血液の中に循環する或要素に歸すべきものである。かの動物に見る蕎麥病のやうなのも亦人體に見るやうに光源に基く疾病で、化學線と飼料である蕎麥の中に含まれてゐる螢光性毒物との合併作用によつて起ることは既に述べた通りである。

ペラグラ　ペラグラはヨーロッパ地方に見る疾患であつて、賤民を襲ふ惡性の風土病で、消化管と神經系を障害するものである。この病氣は太陽の光に曝されると、先づ皮膚が發赤することがその特徴であつて、玉蜀黍を食ふことによつて發病するといはれてゐるのは疑のないところである。腐敗した玉蜀黍の毒素が、血行に入ることだけは認められるが、その中毒作用の本態はまだ詳かではない。

新しい玉蜀黍からは、蕎麥と同じやうに螢光を發するエキスと溶液とが析出されることが、この病氣發生上輕視することの出來ないものである。毒素が人體に漸次增加すると、全身に病を發し、春の極く弱い太陽の光に當たつてさへ、すぐと手・腕・顔・頸・足などの皮膚に發病し、光の强さが增すに從つて、皮膚の表面は先づ發赤し、水疱が出來、そして落屑し始めて來る。すると發赤は漸次消失するが黑色素を殘し、その緣邊には永くまで發赤が殘り、皮膚は萎縮乾燥して皺襞となつて非常に醜くなる。發病の初期の頃では往々に冬期になつて一時的ではあるが少し快癒するが、毎年こ

れに罹つて、遂には神經症狀や精神の異常を起すことがある。そして最後には衰弱の爲に命を終ることになる。この他、强度のアルコール中毒とかその他の惡液性のものが、やはり光に基いた特異的な皮膚病を發することもある。

痘瘡　天然痘は傳染病ではあるが、この天然痘の場合に生ずる痘瘡は、光と毒素との兩作用に原因することは、今日ではもはや異議のないところである。フィンゼンは化學線がこの疾病に重大な關係のあることを明かにした。彼は顏や手などのやうに平素光に曝されてゐる身體の部分には、痘痕が一番多く發生し且つ深刻な事實に基いて、化學線が炎衝を一層重くするものに相違ないことを信じ、發炎的光線を遠ざけさへすれば、痘瘡の治癒には好結果を齎すものであらうと想像して、次の實驗を試みたのである。

先づ痘瘡患者を全く暗い室に置くことによつて、一番簡單に治療することが出來るが、どんな人間でも暗室に絕對的にゐることは好まない。痘瘡患者は殊更に暗室を厭ふため、フィンゼンは病室の窓に分光器で檢査した赤色硝子を嵌めた上に、なほ赤色の窓掛（カーテン）を懸けて化學線を十分に避け、患者をして赤色光のみに浴させたのである。

赤色光線療法　天然痘瘡患者が、若しもその化膿以前に赤色光線に曝されてゐさへすれば、化膿だけは起らないで治癒することが出來る。思ふに化膿すると否とは、病症の經過に大きな關係があるものである。赤色光を受けると、透明であつた痘瘡は乾燥し、結痂消失して瘢痕を殘さずして治癒するもので、赤色光線に曝されることが早ければ早いほど經過は良好であつて、既に化膿に陷つた者でも、化學線から遠ざけられるときは、殆ど立ちどころに好結果を奏することがある。つまり熱は下り、膿疱の周圍の刺戟はなくなり、顏面の水疱性腫眼も亦減じて恢復するものである。

若し初期に赤色光線で首尾よく化膿を防ぎ得たときは、その經過は非常に良好であつて、化膿すべき病狀は一切消失してしまつて、體溫も下降する。であるから赤色光線が全身狀態に好影響を及ぼすことは明かであつて、痘痕を全くか或ひは少くとも殆

ど殘さないやうになる。從つてその經過も非常に短縮されて、死亡率も著しく減少する。しかしここに注意せねばならぬことは、この光の刺戟作用から遠ざける（フィンゼンの所謂陰性光線療法）療法は、決して痘瘡そのものを根本的に撲滅するものではなくして、單に化膿とこれに伴ふ結果と苦痛を防ぐにあることである。

痘瘡に對するこの赤色光線療法にはフィンゼンの澤山な實驗の他に、またスウェンドソンやファイエルベルヒの比較實驗などがあるが、それは光が小疱を膿疱に陷らしたことを證明したまた一面興味ある報告でもある。

スウェンドソンは二名の痘瘡患者を日光に曝したところが、顏面の小疱は全く乾燥したが、手の甲にはまだ小疱が存在して、しかもそれは乾燥するどころではなく、却つて光の爲に化膿し瘢痕を生じたといつてゐる。

ファイエルベルヒは一名の該患者を日光に曝してみたが、耳に殘つてゐたまだ乾涸しない二、三の小疱は化膿に陷つた。また種痘をしない幼兒の融合性痘疱は化膿して、顏面に數多くの瘢痕を殘したが、赤色光線に曝した手の小疱は幸にも化膿に陷ることもなく乾燥し、瘢痕をも殘さなかつたといつてゐる。

痘瘡の赤色光線療法に關したフィンゼンの思想も既に中世や古代に行はれてゐた。アショフも「既にチェリウスやウレリアヌスなどが、光の刺戟とその有害作用についてよく知つてゐた」といつてゐる。またペーテルゼンは、「現代の赤色療法は溫故知新の療法であつて、これは遠く中古・太古からの民族的療法であつたが、數百年間醫界から忘れられてゐたものが、再び時代の科學的知識と社會の進步に伴ひ一新したものである」といつてゐる。しかしたとへそれが中世・古代に行はれたからといつて、フィンゼンの天然痘に對する所謂陰性光線療法の功績を傷けるやうにはならない。

フィンゼンのこの赤色光線療法に關聯してそれが一つの動機ともなつて、いろいろな時代や方々の國々に行はれた暗色幷びに赤色療法の記載が、非常に多く紹介せられるやうになつた。

リルレの記錄には、一〇五九年に發見された公文書を引用してゐるが、それには當時九歲であつたカール五世は痘瘡を患つて、やはりこの赤色光線療法を受けてゐる。そして王は赤い寢衣を著け、敷布も眞紅なものを用ひられたと記載してゐる。またわが國でも痘兒には赤い衣服を着せた慣習があつた。

痘瘡に對する赤色光線療法の結果から推測して、發疹性患者例へば猩紅熱とか、麻疹とかいふやうなものにも、亦同じやうに或光線を封鎖すれば好結果が得られると思ふことは、誰しももちよつと考へるところであるが、この問題に關してはまだ確定的な判斷が下されてゐない。その多くの觀察は、麻疹と顏面丹毒の一、二の場合だけに限つて、この赤色光線療法が好結果を奏するであらうと推量されたまでである。痘瘡に對する赤色光線療法のやうに、なほ一層この方面に研究を積めば、或ひは實用的に廣く行はれるやうになるかも知れない。

一般に赤色光線療法に際しては、十分に化學線が除去されて、その處置が完全に行はれてゐるかどうかを細心に注意すべき必要がある。若しも日光が少しでも作用すれば、その結果を不良に陷らすものである。

フィンゼンの光線療法　以上述べて來た陰性光線療法（赤色光線療法）は、つまり發炎に對して化學線を遠ざけることであつたが、これは化學線を遠ざけるよりも寧ろその反對に、化學線を治療の目的に應用する方が多い。そして主にフィンゼンとその門下生などが研究したものであつて、光の生物學的性質に基いた化學線應用の端緒を拓いたものである。この陽性光線療法とは、卽ちこの目的の爲に豐富な化學線を蓄積した裝置によつて、皮膚病の治療に用ひることである。

光線生物學が不斷に研究されるに從つて、フィンゼンの說にはまた多少の誤謬のあることも認められては來たが、しかしこの治療法の範圍に限る學術的・實地的の價値については、少しも疑を容れる餘地はないのである。

主として皮膚の細菌的疾患は、フィンゼンのこの光線療法によつて全治することが

出來るのである。例へば皮膚結核患者などに對しては、この療法こそはまことに福音を齎したものである。

皮膚の結核疾患には、強い化學線による治療より外に根本的に、しかも少しの副作用もない有效な方法がない。患者は光の爲に、決して疼痛や不快感を覺えないばかりか、破壞した狼瘡は緩解せられて、腫瘍や潰瘍などは結痂して、健康な瘢痕結成を促すやうになるものである。

光は皮膚組織内の細菌を、直接に死滅させ得られないことは、今日では汎く知られてゐるところである。であるから、その治療の轉期は恐らくは光に曝された結果、新たに炎衝が發して組織内での細菌の生存條件を不良にさせて、間接的にこれを害し、その發病機能を阻止したときである。つまり光に曝された細胞の化學的變性と、循環の變化によつて細菌を殲滅し、驅逐して治癒の轉機を採るやうになるものである。

病的組織の循環狀態に對する影響は暫く措き、光の直接影響は旣に述べたやうに、病的細胞にも作用して、その細胞は細菌のやうに光の爲に破壞せられ、驅逐されるのである。いひ換へれば、光の作用はちやうど腐蝕劑のそれのやうなものである。しかし他の試驗藥よりも寧ろ卓越してゐる。光は直ちに病的細胞に働いて、なほ同時に健康な組織を庇護するからである。それで皮膚結核とか、皮膚癌のやうな破壞作用のあるものには、光線療法を使つて素晴らしい好果を、それも美容的好果を齎すのである。

皮膚疾患に對する光線療法の技術や、その醫學的知識について詳細に論ずることはここに省略する。

第一〇章　光が血液と新陳代謝に及ぼす影響

皮膚が光によつて變化し、また光の侵入に對して大きな抵抗をもつてゐることは、以上述べて來たところで大體明かであらう。血液は表皮に竄入して來た光を、吸收してはその被害を防ぎ、また一方內部の器官の被る惡影響を防護するものである。その上、色素と表皮を冒してなほも內部に侵入しようとする光を悉く吸收する。皮下には細密に無數に分枝してゐる血管網が擴がつてゐて、頗る大量の血液が滿たされてゐる。

この血管網はちやうどその下に存在する臟器の保護網かのやうな觀がしてゐる。そして血色素は著しく稀釋されてもなほ十分に化學線を吸收する性質がある。であるから、血液の層が濃密であればあるほど、光線を吸收する能力は增加するわけである。また或程度の血液の層では、血色素が赤色光線を除いた他の全光線を吸收するものである。

しかし一面、光は血液量を增させるし、また皮膚の血液分配の增加もを促がす要素である。光は血管に作用すると、末梢血管が擴張して血液との關係を重大にさせるものである。實に身體の中で血液ほど、光を吸收することの多いものは他にはない。

光の調節　光が皮膚に作用すると同時に、すぐ色素の增加や角層色素や表皮混濁などのやうな現象が、實に不思議にも自動的に現れて、多大に過剩な光を皮下に侵入せしめないやうにする。また末梢血管が光の爲に擴張し、從つて表面に血液の充實を促して、皮下の諸器官を光によつて受ける障害から防護させる作用をするものである。皮膚の一部または全部に血液が過度に充實すれば、これこそ光に對する代償的防禦の一番有力なものであつて、かうした對光防護裝置は光への調節器といはざるを得ないのである。

かうした自然の微妙な働きに反し、若しも血液が光を吸收する力のない場合は——少なくとも皮膚が光に對して感受性を帶びてゐる以上は、化學線は容易に皮膚に病的變化を起させ、延いては身體の全組織をも害して、重症に陷らしめることは殆ど明白な事柄である。綠色や黃色光線もやはり亦血液に吸收されるが、この光は動物組織に對して起病的に作用し得るか否やはまだ不明である。血液は過剩な光を吸收しては、組織に少しの影響をも與へないやうにするものと思はれる。が、しかしここにエネルギー不滅の法則があつて、これに從へば吾々の身體に攝取された有力なエネルギーは、血液の中に於いても何ものにか變形して、また利用されなければならない筈のものであるが、吾々はまだこのエネルギー變換の結果については全く知る由もない。血液が光を吸收して結果する化學的變化については、一つも實見したことはない。けれども人體の發育とか生命とかにとつては、これ等光と血管に吸收された光線エネルギーとは必要缺くことの出來ないもので、なほ空氣中の酸素のやうなものであらうか。

しかし吾々とこの光との關係の眞相については、十分な見解をまだ下し得ないのは眞に殘念である。

皮膚の血管が光によつて擴張して皮膚充血を促進し、從つて皮膚の榮養を適當にさせ、またその官能を敏活にさせることも明かである。皮膚の榮養が良好で血管が豐富であることこそ、つまり健康の象徵であつて、そして血液に富む皮膚のみがその官能を全うすることが出來るのである。なほその上に、皮膚は內部臟器の被る外襲を防いで、身體の保護被覆物となつてゐるものである。

また皮膚には神經が分布してゐたり、分泌に必要な腺器を具備したりしてゐて、內部臟器と密接な關係をもつてゐる。それで全身の疾病とか、內部臟器官の解剖的・機能的障害などは、皮膚の外見とその狀態に大きな影響を及ぼすことは、人のよく知つてゐるところである。皮膚はまた反面これ等の諸系の疾病に、非常な影響を與へるものでもある。

外力の影響（この中には光の刺戟をも含む）の下で、皮膚の榮養が良好なるほど、皮膚は炎衝防護・溫度調節・分泌機能・排泄作用を十分に營むことが出來て、生體の一般狀態をいよいよ佳良にさせるものである。

皮膚の皮下充血と榮養は、生體に及ぼす主要物であることが疑のないところである。暗黑が血液の化學的組成に、惡影響を容易に與へるものと考へられるが、事實薄暗い作業場や部屋に住む者は、顏色も蒼白く貧血性であつて、血液の化學的變化は殆ど認められない。これは主に暗黑の爲に、身體末梢に血量が減じた結果である。つまり光の缺乏は、皮膚の血管擴張とその充血を不能に陷らしめるものである。

光の刺戟が永く缺乏すると、皮膚の色はだんだんと蒼白く變じ、血管も益々縮少する。先天的血管異常者に見る彈力のない蒼白な皮膚、血の氣のない容貌、それは容易にその所以を考へさせるものである。吾々は光を受けないが爲に、貧血に見える人の血液を計つて、しかも意外にその血色素量の大きいことに驚くことがある。

北極探檢などで數箇月間も極夜に過した蒼白な人や、或ひは黃綠色を呈してゐる人などの血液の檢査によつても、血液に化學的成分の變じてゐたことは認められないのである。

ギルレンクロッツは一八八二年とその翌年に亙つて、スピッツベルゲン遠征隊に同行して檢査したところが、血色素量の減少を證明することが出來なかつたといふことである。

またナンゼン遠征隊が試驗した報告によつてみても、數箇月間北極の闇夜に生活してゐたが、糧食の供給が豐饒で榮養が良好であつた爲か、血液の組織には少しの惡影響も被らなかつたといふことである。

シェーネルベルゲンが頗る面白い實驗報告をしてゐる。「或馬が一〇歲から二四歲まで、日光の全く入らない鑛山の坑內で絕えず使役され、しかも一度も日光に浴させなかつたが、日光の缺乏による貧血とか、その他の病氣などに罹らなかつた」といふ

報告はそれである。

血液と日光との關係について、學者の多數の實驗的研究の結果を綜合すると、暗黑の中とか或ひは光を全然見なければ、赤血球の數は增加して、その實驗の末期には漿液の濃度は非常に高まつたといふことであるが、これは恐らく血液の水分が減じたことに歸着するのであらう（グラウィッツ）。

エルームは白子の家兎と有色の家兎とを一緒に、暗黑の箱と赤色光の箱の中に飼つたところが、血色素量や血量の減少したことを見た。しかし撒光とか青色光線を受けたときには、血量は著しく增し、また色素量も絕對的に增加したことを認めた。そして日光浴を四時間取らしたものは、その血量は約二〇%も增加したといふ報告をしてゐる。

以上の實驗的研究によつても、血液の光線吸收の意味を滿足に說明することが出來ない。吾々は前にも述べたやうに、身體の表面で血液に吸收された光のエネルギーが、どう變換されてどんな狀態で體內に利用されるのかについては、殘念ながら正確な知識をもつてゐないのである。光は細胞の酸化作用を昂め、從つて新陳代謝を促進するといふクィンケの說は、今もなほ學者の注意を引いてゐるのである。彼は膿瘍を切開するに際して、迸り出た鮮紅色の動脈血が新しい膿汁に接觸すると、ちやうど靜脈血のやうな暗赤色に變ずるのを發見して、膿汁は或條件によつて酸素を喰食するものであつて、光こそは卽ちこの條件の大重鎭であることを確めたといふのである。

光の酸化促進作用　クィンケは膿汁と血液とを混ぜ、その一半を光に曝し、他の半分を暗い場所に放置したところ、膿汁は暗い所にあつても、なほ血液から酸素を吸收したが、しかしその還元作用は大變に緩漫であつた。ところがこれに反して、撒光を受けると忽ちその還元作用は活潑に現れて、その活動も非常に速かであつた。殊に直接太陽光線に遇へば、一層その働きが速かであつた。また次硝酸蒼鉛と水との乳劑を膿汁に混ぜたが、蒼鉛と固く結合した酸素は暗所では影響を被らなかつたにも拘ら

ず、明るい場所では迅速に還元された。そして膿汁細胞ばかりでなく、すべての細胞は光によつて、暗所よりも多くの酸素を攝取したといつてゐる。

それであるから、光は動物性細胞の酸化作用を促進させるもので、光の影響は生體の内部組織にも及ぶものであるとクィンケは述べてゐる。そしてこの作用は強く屈折する光線に基くものであつて、屈折の少ない光線にはこの作用はないと附言してゐる。

ベーリングが健康動物に施した研究は、クィンケの假說を決定したのである。彼は天竺鼠の毛をところどころよく剃つて、二立方糎乃至は三立方糎のメチレン青溶液を注射して、その注射局所の一部を紫外線に曝したところが、メチレン青は速かに、そして著しくメチレン白に還元させられた。白色家兎の耳にこの試驗を行ふと、この現象は一層明瞭に見ることが出來る。つまり光に曝された局處の還元は非常に迅速に行はれ、曝されない耳の青色はいつまでも永く存在するのである。

この外、ベーリングは家兎の耳に張つてゐる血管を分光器で檢して、組織内での光の還元力を一層深く確證した。透過光線ではスペクトルムに判然と二條のオキシヘモグロビン線を見、次いで耳の根部を紫外線に曝し、その尖端を分光器で檢査したところが、二條の吸收線は徐々に消失した。但し二條の還元ヘモグロビン線の一つが、明かに見えるのは、これが決して還元しない證據である。顧ふに、絶えず新鮮な血液が先に曝された場所に流れ來たつて、光に曝された血液と混じただけでは、十分な還元は營まれないのである。

新陳代謝　若し組織が光の影響を受けて、血液から酸素を攝取するといふクィンケの說が眞であるとすれば、ヘルデルの實驗は正しくその反對論據となるのであるが、今それ等には暫く遠ざかつて置いて、光と物質新陳代謝との關係だけについて考へてみると、以前の研究はたとへ技術上の誤謬は少くなかつたとしても、科學的に非常に有益な業績であつた。つまり明るい所にゐる蛙は暗い場所にゐるものよりは、十二分

の一乃至は四分の一だけ澤山な炭酸瓦斯を排泄したことを報告した。モレショーやフビンやロンヒンなどは、多くの實驗動物について行つた成績から結論して、明るい所にあつては、炭酸瓦斯排泄の全量は著しく增加し、暗い場所での一〇〇に對して一二〇乃至一四〇の比を示し、たとへ盲目の動物であつても、一〇〇に對し一一一から一二七であるといつてゐる。蛙の中樞器官を破壞しても、光は依然作用したのである。蛙・兎及び犬の皮を剝いで血液循環を中止させても、なほ筋肉の炭酸瓦斯排泄は、光の爲に一〇〇に對する一二九を示し、そして眼の見える蛙は盲目のものよりも、體重がより速かに減じたといふことである。

クィンケはフリューゲルとプラーテンとによつて氣管切開術を施した兎について、なほも新陳代謝の亢進してゐるのを發見し、更に盲目家兎の炭酸瓦斯排泄を一〇〇とすれば、健康家兎では一一四、酸素攝取一一六であるといふことを報告した。グラッフェンベルゲルは家兎の窒素代謝と消化系數とは、光とか暗黑とかの爲に影響を被らないが、暗い場所に餘り永く置かれるときには、炭素代謝は減じて多量の脂肪が生成沈著して、體重の增加することを報告した。

このやうな新陳代謝の研究から二、三の學者は、有色光線の影響に著目して、一般に紫色光線は他の光線よりも强い作用のあることを發見した。炭酸瓦斯の排泄作用は身體の運動によつて、頗る著しい影響を受けることは看過すべきではない。あらゆる運動は炭酸瓦斯の運動を高めるものであつて、新陳代謝の光から受ける影響は、第一に筋肉の運動に歸さなくてはならない。しかし一方、光や暗黑などによつて能動的運動だけが、その影響を被るものではない。そして運動の狀態も、亦いろいろな光の狀態によつて一樣ではない。日中少しも運動しないときでさへも、筋肉は全く弛緩しないで、無意識に或程度の緊張を保有してゐるものであるが、夜間睡眠中は筋肉の緊張は止むのである。生理上、光に曝されると、炭酸瓦斯の排泄に間接的影響を與へることは明かである。

ペッテンコーフェルとフォイトは、人間が夜間睡眠中はたとへ絶對的安靜にしてゐた日中よりも、炭酸瓦斯の排泄量が少ないことを發見したのである。

血液の發光作用　「光と血液との間には特殊な關係がある」とはシュレーフェルが初めて提唱したところである。家兎と人間の血液は發光し、寫眞乾板にも作用するやうな性質を具備してゐるのである。この發光性は光に曝されることによつて非常に昂まつて來るものである。シュレーフェルはこの性質は赤血球の類脂肪體の豐富なことに、基因してゐるといつてゐる。類脂肪體はコレステリン・レチチンのやうに光の影響で、發光作用を營むものであつて、血液の發光作用はこの類脂肪體の酸化作用の結果に外ならない。從つて酸化作用が昂まれば、發光作用も亦自ら昂まるものである。であるから、光はまた一面、類脂肪體の酸化作用を昂める要素でもある。

シュレーフェルは說いて、「光の影響とその發光作用は、ただ酸化作用を現すか否かにある」といつてゐる。

第二章　光と神經

フィンゼンは皮膚や血液や細胞などの成形質、及び下等動物の收縮に及ぼす光の直接作用と、化學線の刺戟作用とについて詳細に力說した。そして更に光が神經にも影響して、生長とか運動とかの刺戟ともなつて、いろいろな活力現象を起すことなどをも研究した。

マルメとモレショーも亦これに似た光の作用についての研究報告をしてゐる。この二人は、明るい所にゐる蛙は暗い所に長くゐたものよりも、神經や筋肉などの興奮性が强大なことを發見してゐる。

人の神經系にも亦光の刺戟のあることは疑のないことである。眼は光の現象を媒介して、特殊な心理的反應を起させるものであつて、陽光の輝く日は吾々の肉體と精神

とに興奮性を昂めさせるが、陰鬱な天氣は人をして沈滯氣分に陷らすことは、一般に知られてゐる日常の事實である。

光の心理的影響に關する問題には、なほ化學的研究に俟つものが多いが、生物學的實驗のやうに、光源卽ちスペクトルムの各色が及ぼす箇々の心理的反應を觀察したり、研究したりすることが一番策を得たものである。

有色光線を使つた實驗　アポペンコなどは心理作用と有色光線との作用を研究したのであるが、彼は實驗室を照らすのに有色光線を使用したところが、聽覺刺戟に及ぼす反應は非常に速かで、また最大に達し、その色を替へるに從つてその作用も異ることを發見した。なほ光が熱線に接近するに從ひ、だんだん活潑に且つ迅速に作用したといつてゐる。人は赤色光線の室に居住するときは、精神が快活となつて元氣に富み、靜坐してゐることが出來ないものである。肉體的にもこの影響を及ぼして、頭痛を感ずる者もあるが、馴れるに從つて消失する。

赤色光線に反して黃色光線の心理的反應や、體質に及ぼす影響は、ちやうど平素日光を受けてゐるときと同じやうである。綠色となると、そこには多少化學線の作用を現して來て、沈靜に傾かす嫌がある。綠色は初めは眼に快感を與へるものであるが、永く綠色に照らされてゐれば漸次に不快となる。卽ち精神發作は弛緩し、運動は抑制せられ、精神作用は餘りにも靜穩になり、興奮性もまた消失して來るのである。

化學線がだんだんと紫線に近づくに從つて、精神に陰鬱性を誘引する作用の度も、次第に强く働いて來るものである。つまり身の周圍に輝く紫色は、精神上にも感覺にもその影響するところは頗る大きくて、氣分は鬱いで來るものである。また頭痛が持續して、精神は壓迫せられるやうになり、身體の苦痛は堪へがたく感ずるのである。

ドリウスは有色照明によつて、脈搏の張力が減じて、順次に緩徐となり、從つて搏動も小さくなるものである。そしてその他の色もスペクトルムでの位置に相當して作用するものであるが、黃色だけはその作用がないといふことを觀察した。

ドーゲルの研究も亦興味の多い成績である。彼はいろいろな色と視神經との關係を調べた。有色光線の視色素に對する影響は暫く措いて、眼底の血液が各色によつて、その大きさを異にすることを發見した。蛙の實驗では、赤色と青色光線との作用は綠色光線よりも血液の弛緩・緊張の度が著しく、また犬や人間ではその眼を綠色光で刺戟すると、血液循環の變化を來たしたといつてゐる。なほ犬と人の視官に種々の色を作用させたところが、大腦の機能や血液循環に作用して、治療效果に影響することがあると論じた。

青い光　二、三の或學者は、神經病と精神病の治療に對して有色光線を應用した。一八七六年イタリアの心理學者ボンツァは、所謂色彩療法を賞用した。それは憂鬱患者を赤色光に富んでゐる場所に住まはせてみたが、間もなく快活となつて自ら食物を攝取出來るやうになつたが、これに反して躁狂患者に青い色を用ひて鎭靜させることをも經驗した。

ヤクシュも亦病室のランプを青色とかコバルト色で被うてみたところが、この室の患者は鎭靜してよく安眠したことを觀察して、やはりこの青色光に鎭靜作用のあることを證明してゐるのである。

赤い光　赤い色が興奮作用を現すことは、いろいろな實驗の結果で明かにされてゐる。ビーは嘗てリョン市のルミエール寫眞工場での觀察について、實に面白い事實を次のやうに記してゐる。「すべての窓に赤色の硝子を嵌めた室内にゐる勤勞者の神經は、常に興奮して少しの刺戟にも感じ易くて騷々しくなり、眞面目に作業を行はないので、工場主も非常に困つて、思案の揚句、遂に赤硝子に替へるに綠色の硝子を以てしたところが、果してここに初めて靜肅に作業を續けることが出來た」と。

大抵の獸類は赤色を觀てすぐと興奮することは、みなよく知つてゐるところである。蛙も亦赤色に反應し易いものであるから、燃えるやうな赤い布で容易に誘ひ寄せることが出來るのである。

疱瘡患者を赤色光線で治療するときに、醫師や看護人がその爲に不安と興奮狀態に陷つた例もある。しかし發熱患者にはこの興奮作用は强く感應しないものである。

色の五感的道德的作用　ゲーテが色の五感的道德的作用を、その著「色彩論」に興味深く述べてゐる。現象をその反對の方面から觀察して、またその反對の方面に關しては特に報告された知識を綜合すると、各色の印象は相異してはゐるが、錯覺しないからそれぞれの狀態で働くことは明かである。またこれと同じやうに氣分も、各色に對して感興を異にするものであることは、日常の經驗によつて知ることが出來る。

一フランス人の或漫筆にも、「化粧室の諸道具類の青色を他の色に替へてからは、妻との對話が妙に變調を來たした」といふやうな面白い話があつた。このやうに意味のある箇々の作用を十分に感ずるには、眼を全く一つの色で被はなくてはならない。例へば單色の室內にあるか、或ひは單色の硝子を通じて物體を見るかである。さうすれば人はその色に順應して、その色は眼と精神を一致させるやうになるものである。黃色・赤黃色（橙色）・黃赤色（鉛丹・辰砂色）は陽氣である。黃色は純粹であれば常に鮮明な性質を帶び、晴々した快活な、しかも和かに刺戟する性質をもつてゐるから、衣服・窓掛・毛氈等をこの色にすれば心地がよい。このやうに黃色が全く暖く、氣持のよい印象を與へることは經驗と一致するところである。この暖い感じは、陰鬱な冬などに、この黃色硝子を透して戶外の景色を眺めるときに、特に强くさう覺えるもので、眼は喜び、心は伸び、氣分は晴々しくなつて、ちやうど春

色の體物と色の線光

光色の射照 / 體固色の有物	赤	橙	黃	綠	青	紫
赤	赤	緋	橙黃	褐	紫	帶赤紫
橙	帶赤橙	橙	帶黃橙	綠黃	褐紫	紫
黃	橙	帶黃橙	黃	黃綠	綠	帶赤褐
綠	赤黑	帶黃灰	帶黃綠	綠	帶綠青	帶青灰
青	紫	橙灰	帶黃綠	帶綠青	青	紫青
紫	紫	褐紅	黃褐	綠褐	青紫	紫

四月の候にあるかのやうな思ひがするのである。帶黃赤色にあつては、その感じはほぼ黃色に類似してはゐるが、しかし黃色と比較すればその差に著しいものがある。赤黃色は元來、熱感と快感とを與へるもので、沈みゆく太陽の赤い色――その和かな光輝などがその代表的なものである。しかしながら、強い黃色光にあつては、却つて前者よりも刺戟が多いのである。精力のある健康な人が特にこの黃赤色を撰ぶのは、少しも異とするに足らないのである。未開人がこの色を好むのはよく知られた事實で、また幼兒などは鉛丹や辰砂色の光線に照らされることがあつても、これを嫌惡しないものである。人が若し黃赤色を凝視するときは、やがてその色が身體器官を貫くやうな感じを覺えるであらう。そして不思議と輕い震盪を起し、暗い場所でも持續するのである。黃赤色の布片は獸類を不安・忿怒に驅らしめるものである。自分も亦或敎育のある人が、夜明けの薄明にこの色の寢衣を纏つてゐるのを見て、實に不快感に襲はれたことを經驗したことがある。

青色・赤色・青赤色は總じて陰氣である。そして不安定な感じ、弱い感じ、倦怠の感じを覺えさせるものである。黃色が常に光明を伴ふものだとすれば、青色は眼に一種の不思議な作用を及ぼして、これは殆ど口では現すことが出來ない。

この青色は色といふよりも、寧ろエネルギーであるが、陰氣であつて最も純粹なものは少しも刺戟作用がない。であるから、これを觀ると刺戟と安靜との矛盾したやうなところがある。青色は寒冷の感じを抱かせ、純青色の毛氈を敷きつめた室は、幾分か廣くは見えるが、しかも空虛で且つ冷い感じがするものである。

青色の硝子は物體に悲哀の光を與へるものであるが、同じ青の中でも赤青となると赤の色が多少とも混ざるから、元來は自動的であるにも拘らず却つて他動的となり、その刺戟も赤黃色とは全く異つて、人に快活感を與へるよりは寧ろ不安に誘ひ込む。その不安の狀はその色の濃淡によるもので、全く純粹の赤青色に染めた毛氈は、一種の不快感に襲はれることは明かである。



著者像

赤色は眞面目・威嚴の印象を與へ、同時にまた仁愛・溫雅の感情などをも含んでゐる。前者は光が暗くて濃いときの感じであつて、後の場合は明るくて稀薄なときによく感じ得られるものである。つまりこの色に包まれるときは、常に莊重とか嚴肅とかの感じがする。紫色の硝子は恐怖の光を投げるものである。吾々の眼が綠色に遇へば滿足を感じ得るものであつて、若し綠色の母色である黃色と青色が、ともに不足なく平等に混ざつてゐた場合には、この混色に對して吾々の眼と氣分も、全く單色に對するのと同樣であることは、誰しもが異論のないところであらうと思ふ。これが居室に布く毛氈に多く綠色を選ぶ所以でもある。

毒素　光の毒素や抗毒素に及ぼす影響の研究も相當に進んでゐるが、光は一般に試驗管内にても、その毒素の本質的の變化を弱める。殊に短波長の光から紫外線とかいふことが大いに關係してゐるやうである。しかし、タパイヲール及びその一門の研究によると、長波長のものでも、毒素や抗毒素の感受力が鈍るものであることを報告してゐる。

毒素の抗光性の弱きことは、通説であるが、しかし、例外がないでもない、例へば結核菌の産物のやうなものはそれである。

著者筆蹟

跋

藤浪剛一先生が亡くなられてから、もうかれこれ六箇月になる。この書は先生御生前に、先生御自身が力書房と約束せられ、原稿の整理や筆寫などについて書房主荒木君が手傳つてゐるうちに先生は逝かれたのであつた。

先生は既に二た昔ほど前に光と生物とについてこの種の書を書いてをられる。が、しかしそれは絶版となつてゐた。本書はその舊稿を根本的に加筆訂正せられて、ちやうどその業の終つた時に逝去せられた次第で、別刷凸版はその時に新たに書加へられた原稿の一部を示したものである。力書房はその原稿に從つて直に組版にかかつたが、先生は校正にお眼を通されることは出來なかつた。そこで私は故先生と因緣の淺からざるの故と、同時に、力書房の顧問たるの故とによつて、その校正を一讀し、文字の誤を訂し、先生の原稿の不明晦澁なところは新しい學說に矛盾することなきやう、二、三の削增を加へて、急ぎ上梓したのである。

されば本書は先生の最後の著書でもあり、先生が死の直前まで心をかけられた記念の書でもある。

先生は人も知る理學的療法、特にレントゲン診療學の權威で、わが國レントゲン醫學の創設に力を竭された人である。私は二十數年前に大學でレントゲン診療學の講義と實習を先生から受けた。學生時代から特に先生に眼をつけられ、「卒業したら自分の教室に入らぬか」とのお薦めをいただいたこともある。しかし當時私は既に基礎醫學、特に生理學を專攻したいと決心してゐたので、そのまま先生のお薦めに從ふことが出來なかつたが、その緣故であとあとも先生と或親しさを持して今日に至つた。

のみならず、十數年前財團法人科學知識普及會に關係することになつてから、その專務理事をしてをられた故先生との交渉が少しづつ繁くなり、數年前から同會の理事に推薦するといひ出され、私としては珍しく留保を重ねてゐたにも拘らず、再三のお話を受けてゐた。そして遂に先生は昨年の春、同會の專務理事を辭任されて、代つて私がその席に就任したのであり、それは長年の懸案に私も承諾の旨を答へたと同時に、先生の推挽によるところたるは明かである。

先生についてその思ひ出はなほいろいろとあるが、次に先生の御生涯については、大鳥蘭三郎學士が「科學知識」に執筆せられたところを、轉載するのが一番よく判ると思ふので、同君の了解を得て、一、三加筆をしてこれを左に記すことにする。

私どもが日頃敬愛してやまなかつた藤浪剛一先生が、昭和十七年十一月二十九日突如として逝かれ（享年六十三歳）、日本の學界の一明星を失つたことは、獨り私どもの大なる悲しみであるのみならず、日本の學界にはかけがへのない一大損失ではあるまいか。

先生は愛知縣の人、明治十三年御出生。先生の祖父君萬德翁はわが國近世の外科醫の大家として、世界に誇るべき華岡青洲の流れを汲む名醫で、その卓越せる學識と經驗を以て尾張藩に侍醫として仕へられた人であつた。又先生の兄君故藤浪鑑博士は日本に於ける有數なる碩學であられたことは、普く人の知るところである。かかる名だたる醫家に生まれ、長じた先生も亦醫學者としてのよき素地を受繼ぎ、惠まれたる環境にあられた。

レントゲン線放射裝置がわが國に入つたのは、それが發明された翌年、即ち明治二十九年とされてゐるが、レントゲン線に關する研究、就中その醫學的研究は先生が日本に於いて先鞭をつけられた。即ち先生は岡山醫學專門學校卒業後、明治四十年歐洲に遊學され、當時レントゲン醫學の第一

人者として目されてゐたウィーン大學のホルックネヒト教授の許にて嚴正なる薫陶を受けられて歸朝されたのである。實に日本人にて斯學を專攻せられたるは先生を以て嚆矢とする。爾來今日に至るまで、ややもすればとかく醫學各科の從屬的存在として見られてゐるレントゲン醫學の獨立のために擾まざる努力を續けられて來たのである。元來レントゲン線は醫學各科、就中內科・外科方面には必須の診斷補助機關であるのは言を俟たないが、レントゲン線に關しては、高度の專門的知識を必要とすることは、ここに述べるまでもない。從つて當然レントゲン專門醫が要望される次第であるが、先生は日本に臨られて以來、順天堂病院レントゲン部長として、又慶應義塾大學に醫學部が創設されるや、その理學的診療科の主任教授として（現在は故先生の後任として醫學博士春名英之氏が就任）引續きレントゲン專門醫の育成に當たられ、わが國に於ける斯學の興隆を圖られたのである。先生が日本の學會に效された功績は一にして止まらないが、レントゲン醫學の日本に於ける獨立を搖ぎなきものとされたことは、その內でも第一に擧げなければならぬことであらう。

醫療に應用される各種の光源に關しても、先生の研究は深く及んでゐる。水銀石英燈・水銀蒸氣石英燈・タングステン弧光水銀蒸氣燈等の紫外線、熱線としての赤外線、更にジアテルミー療法・超短波療法等に就いても、その生物學的作用を明かにされ、それ等の人體への應用を說かれ、所謂理學的療法を大成された功績も亦尠しとはいへない。

理學療法の一つである溫泉療法に就いても先生の造詣は深かつた。由來日本は溫泉國として世界に冠絕してをり、その利用も古くより甚だ盛んであつたが、その學問的の研究はこれとは反對に頗る遲れてゐた。爲に日本の溫泉場はともすれば遊興的なものと考へられ、甚だしき弊害をすら伴つたことは寧ろ常識とまでされてゐた。溫泉の醫療的效果を認めてゐながらも、これを積極的に活用し組織化するまでにはなほ相當の距りがあつた。この點ドイツ・イタリヤ等に於ける溫泉學の進步發達せる有樣と比較する時は、格段の相違の存する如く見受けられた。かかる情況を見て取られた先生は、わが國に於ける溫泉學の樹立が必要なる所以を叫ばれ、多年各地の溫泉地を巡遊されて、溫泉科學の向上を圖り、その設備を改善に導き、更に溫泉場の遊興的雰圍氣の一掃といふことまで、至らざるなき努力を拂はれたのである。大東亞決戰下の今日、溫泉も亦重要なる資源の一つとして、殊には傷病將兵の治療に缺くべからざるものとなつてゐることには、先生の寄與されてゐることが極めて大きいのである。

先生はかわが國に於ける先哲の顯彰にも大いに力を注がれた。殊に醫學方面及び自然科學方面の先人の業績を明かにされ、現代これ等の道に携つてゐる者に對して、大きな指針を與へられてゐる。自然科學方面の先人に就いていへば、わが國の化學の開祖ともいふべく、純正植物學の創始者であり、更に溫泉學の樹立者とも仰がれてゐる宇田川榕菴の事蹟は、先生によつて初めて明かにされたのである。溫泉治療史の總括的な研究を初めて先生が試みられ、東亞に亘る廣汎な考證がなされてゐた。しかも重要なることは、先生はこれ等の史實を單なる史實として見ず、現在に於いていかに

生かすべきかを心掛けられたことである。

藏書家としての先生は亦餘りにも有名である。殊に古醫書の蒐集に於いては故富士川游博士と共に日本に於ける雙璧として知られてゐた。その内でもわが國に於ける名流醫家たる曲直瀬家のもの、又宇田川家のものは殊に貴重なものとして珍藏されてゐた。先生はこれ等のものを保存されるに極めて鄭重、少しも忽せにされなかつた。古書の散逸を防がれた先生の功も沒することは出來ない。しかも先生はこれ等の文獻を死藏することは決してせられず、請はるれば何人にも快く貸與せられた。科學に關係ある各種の展覽會に於いて先生よりの出品がしばしばあつたことは何人もよく知るところである。この點に於いて先生は科學知識の普及に深く意を用ひられてゐたことを知らなければならない。

かくの如く先生がわが學界に寄與された功績は一にして止まらないが、何れの場合にあつても、先生の先見の明は、よく將來を洞察して、指導の方向を正視してゐられたことは、今に於いて一入感じ入るばかりである。先生は學問に明け、學問に暮れると稱してもよいくらゐ、學問には極めて忠實であられた。殊に最後の時までこれを念じてゐられた一事は、「職域奉公」の名を以て今叫ばれてゐることを無言の裡に、日本の學界人に諭されてゐるものとの感を抱かずにはゐられない。

先生の著書には「齒科レントゲン學」・「れんとげん治療學」・「內藏れんとげん診斷學」・「れんとげん學」・「ラジウム治療學」・「紫外線療法」・「光と生物」・「溫泉知識」・「東西沐浴史話」・「日本衞生史」・「醫家先哲肖像集」等がある。何れもそれぞれの方面に於ける權威ある書であることは言を俟たない。

因に晩年、帝國學士院編纂の日本科學史記稿委員・文部省教學局編輯員となられ、壯者を凌ぐ鑛鑠たる御活躍を續けられてゐた。

さてかくして、先生の專門の著書も貴重ながら、先生がその蘊蓄を傾けて、光の動植物に及ぼす影響から說き起し、如何に光が人類の生活に重大な關係を持つかを、特に生物學的・醫學的方面から解說して、國民保健の一策に寄與されやうとして、極く判り易く書かれた本書の如きは、わが國一般文化界に對して先生を記念する好箇の出版であるばかりではなく、特に力書房の處女出版ともなつたことは、先生が御生前力書房主荒木君にかけられた期待を示すもとのもいはれるし、折から自然科學普及のために、正にお役に立つことを信じて、私は玆に追憶敬慕の念を新たにして、この一文を草したのである。

昭和十八年五月

財團法人　科學知識普及會專務理事
醫學博士　林　髞

醫學博士 林 髞
工學博士 藤島亥治郎 共編著 （八月出來）

科學春秋

B6・約四〇〇頁
價約二・八〇（〒廿）

自然科學、文化科學に關する學界諸權威の感懷である。その達意の文字と日本的よさは今更の如く科學への菩提心發起を促さずには措かないであらう。

醫學博士 林 髞 著 （九月出來）

血液記

B6・約三〇〇頁
價約二・六〇（〒廿）

血液のもつ不思議な種々相を顯微鏡下に發き循環原理・輸血・血型・湯の感覺を說き又水分平衡の生力學的研究をも平易に解說したもので本書は單なる生理學的說明に墮することなく總ゆる問題に亙つて餘す所がない。

東京帝國大學教授
理學博士 篠遠喜人 著

▲遺傳學史講

B6判
約二五〇頁

東京帝國大學教授
理學博士 松澤武雄 著

▲地球物理の話

B6判
約二五〇頁

東京帝國大學教授
工學博士 藤島亥治郎 著

▲民族と建築

B6判
約二五〇頁

京城醫學專門學校教授
醫學博士 挾間文一 著

▲自然科學南と北

B6判
約二五〇頁

元鐵道省技師
坂本種芳（天城勝彥）著

▲奇術の世界

B6判
約二五〇頁

東京都世田谷區
宇奈根町八三五

力書房

振替口座東京
一七七四八四

出文協承認
あ370231

昭和十八年八月一日初版印刷
昭和十八年八月五日初版發行（三〇〇〇部）

不許複製

光と生物

定價（本）金二圓五十錢（特別行爲稅相當額十五錢）合計賣價 金二圓六十五錢 送料二十錢

著者 藤浪剛一（東京都世田谷區宇奈根町八三五）

發行者 荒木茂郎（東京都牛込區市谷加賀町一ノ一二 出版會員番號一一七〇六四）
力書房

印刷者 鈴木菊藏（東京二大日本印刷株式會社）

發行所 力書房（東京都世田谷區宇奈根町八三五 振替東京一七七四八四番 電話（第一營業部）東京都神田區須田町一ノ二〇 電話神田（二五）二三四四番（第二營業部））

配給元 日本出版配給株式會社（東京都神田區淡路町二ノ九）

大日本印刷株式會社市谷工場印刷