

青色蛍光誘蛾灯をめぐる技術史－水稻害虫の防除と照明産業への影響－

加島 篤

Technological History on Blue Fluorescent Moth-attracting Lamp: Control of Rice Pests and Impact on Japanese Lighting Industry

Atsushi KAJIMA

Keywords: moth-attracting light, fluorescent lamp, applied entomology

1. はじめに

宮城県栗原市の築館留場地区は、駒形の残雪で知られる栗駒山(標高1,626m)に源を発する一迫川の氾濫原にあり、圃場整備が進んだ水田が広がっている。その一隅に、旧栗原郡宮野村の有志が建立した誘蛾灯記念碑が建っている(図1参照)。同碑は、昭和25年5月に村内の240町歩(耕地面積、238ha相当)に青色蛍光誘蛾灯40灯を設置し、害虫の防除に大きな効果を上げた挙村一致の農事電化事業を後世に伝えている¹⁾³⁾。

第二次世界大戦中に日本で開発された青色蛍光誘蛾灯(以下、蛍光誘蛾灯)は、終戦直後の深刻な食糧難を救う水稻害虫防除の切り札として、各地の農村に導入された。その後、GHQ/SCAP(連合国最高司令官総司令部)による使用中止勧告や農薬の普及により、農事用の誘蛾灯は急速に姿を消していった。一方で、蛍光誘蛾灯に照らされた夜の水田は戦後の農村電化を象徴する光景であり、青色蛍光管や安定器の量産は戦時中に中断された一般照明用蛍光灯の製造再開の足掛かりとなった。蛍光誘蛾灯が果たした歴史的役割は大きいと考えられる。

本報では、日本における水稻害虫防除の歴史を概説した後、誘蛾電灯の発達、蛍光誘蛾灯開発の経緯、戦後における蛍光誘蛾灯の利用拡大とその効果、蛍光管と点灯回路の特徴、設置工事の実際、日本の照明産業に与えた影響、蛍光誘蛾灯衰退の要因について電気技術史の視点で考察する。

国立国会図書館デジタルコレクションで閲覧した農事電化や害虫防除の資料、電気メーカーの技報、電力会社の広報誌、照明学会誌等からは多くの引用をさせて頂いた。繁雑さを避けるため、蛍光誘蛾灯の主な誘殺対象であったニカメイガとイッテンオオメイガを「螟蛾」、それらの幼虫を「螟虫」と総称した。光源の光度の単位は原典の記述を尊重した(1燭=1.0067[cd])。また、文中の九州配電、四国配電、北陸配電、関東配電、



図1 旧宮野村誘蛾灯記念碑
(宮城県栗原市築館留場 令和6年5月, 撮影 加島 篤)

東北配電は、昭和16年8月施行の配電統制令によって創立され、昭和26年5月の電力再編成で解散した地方毎の配電会社を指す。

2. 螟蛾と螟虫

昭和5年発行の農学書「食用作物学講義」⁴⁾は、セジロウンカ等のウンカ類やツマグロヨコバイ等のヨコバイ類など様々な水稻害虫を解説している⁵⁾。蛾類では、孵化した幼虫(螟虫)が稲の茎内に侵入し、食害により枯死や不稔(白穂)を引き起こすニカメイガ(二化螟蛾)やイッテンオオメイガ(一点大螟蛾)、イネヨトウ(稲夜盗)が記されている⁶⁻⁹⁾。図2と図3は、ニカメイガとイッテンオオメイガの標本写真である。ニカメイガ(*Chio suppressalis* Walker)は成虫が年2回発生し、幼虫はニカメイチュウ(二化螟虫)と呼ばれる。一方、成虫が年3回発生するためサンカメイガ(三化螟蛾)の別名を持つ



(a) ♀(松江市, 1965)



(b) ♂(松江市, 1965)

図2 ニカメイガの標本(括弧内は採集地と採集年)
(写真提供:島根大学総合博物館アシカル)



(a) ♀(二日市町, 1948)



(b) ♂(紀伊, 1917)

図3 イッテンオオメイガの標本(括弧内は採集地と採集年)
(写真提供:九州大学大学院 農学研究院 昆虫学分野)



図4 螟虫と螟蛾
a:ニカメイチュウの蛹, b:イッテンオオメイガ
(岩波書店提供 岩波写真文庫「米」より)

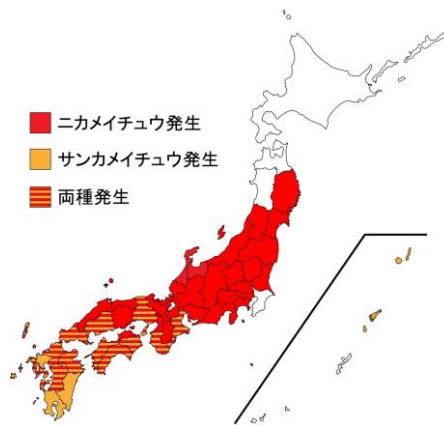


図5 明治30年～昭和14年における螟虫の異常発生地
(「害虫気象通論」の掲載データより)

イッテンオオメイガ(*Schoenobius incertulas* Walker)の幼虫は、サンカメイチュウ(三化螟虫)と呼ばれる。図4は、稲の茎の内壁を食べて成長したニカメイチュウの蛹と、羽化後に稲の葉に止まるイッテンオオメイガの写真である¹⁰⁾。

図5は、明治30年～昭和14年の期間に螟虫の大規模な発生が確認された府県で、昭和16年に農林省農事試験場昆虫部が作成した「本邦稲作主要害虫の多発年度表」¹¹⁾を基に描いた。ニカメイチュウは東北から九州中部まで広範囲に分布し、サンカメイチュウは近畿以南の温暖な地域(沖縄県を除く)に偏在する傾向が見られる。

3. 青色蛍光誘蛾灯以前の水稻害虫防除

3.1 注油駆除法

江戸時代、農村では魚肥や油粕など購入肥料の普及と肥料に適合した改良品種の登場により、単位面積当たりの米の収穫量が大幅に増加した⁹⁾。虫送り行事など虫害の軽減を神仏に祈る風習が根強い中で、農業技術の発達に伴い科学的防除法を採用する動きも始まった⁹⁾。

寛文10(1670)年に筑前国遠賀郡立屋敷村(現・福岡県遠賀郡水巻町)の庄屋・蔵富吉右衛門が、水田に鯨油を散布し稲株から払い落した虫(主にウンカ・ヨコバイ類)を油膜で捕らえて死滅させる注油駆除法を考案したと伝えられている¹²⁾。これは同法に関する国内最古の記録で、彼は注油駆除法を食物神である保食神の御神託と称して普及に努めたが、遠賀郡内での取組が本格化したのは天候不順に続く虫害が猖獗を極めた享保17(1732)年の大飢饉以後であった^{12,13)}。注油駆除法の発祥には諸説(1720年に筑前国糟屋郡で考案¹⁴⁾、1732年に同御笠郡で発見¹⁵⁾など)があるが、享保17年に筑前国志摩郡で水稻害虫の注油駆除を行った記録¹⁶⁾があり、福岡藩では享保年間に注油駆除法の普及が始まったと考えられる。同藩は、文政3(1820)年に各郡庁で鯨油の備蓄を開始している¹⁷⁾。その後、注油駆除法と鯨油の備蓄制度は県南部の筑後地方を経て九州の諸藩に伝播した^{9,17,18)}。

北部九州で注油駆除法が早期に普及した背景に、鯨油の大量生産と物流コストの低さがあったと推察される。当時、山口県の日本海沿岸や対馬海峡、五島列島近海では西海捕鯨と呼ばれる古式捕鯨が盛んで、鯨の皮身や内蔵、骨から

抽出した鯨油が安価な灯油として広く流通していた¹⁹⁾。西海捕鯨では、明暦年間(1655～58年)に砕いた鯨骨を海水で煮沸して油を抽出する手法が導入されている¹⁹⁾。

江戸末期、日本近海で欧米各国の捕鯨船の操業が活発化し、対馬海峡や五島列島を回遊する鯨が激減した^{19,20)}。不漁による鯨油の高騰を受けて、熊本藩の有明海沿岸では複数の干拓地(鯨油新地)が新たに築造された^{18,20)}。開発した新田の産米で農民の鯨油購入費を助成する事業で、複数の村を束ねる惣庄屋が藩庁の承認を得て工事を主導した。

西海捕鯨が衰退した明治期は、鯨油の代替として魚油や菜種油、石油が用いられた⁴⁾。次第に安価な石油が主流となり、除虫油(除虫菊粉を浸漬して殺虫力を高めた石油)も用いられた⁴⁾。なお、鯨油など動植物性の油はそのまま肥料となるが、石油の場合は補虫後に水田の換水が必要であった。

3.2 通作法と稲株切断法

注油駆除法が有効なウンカ・ヨコバイ類と異なり、稲の茎に潜む螟虫の防除は明治中期まで手付かずであった。突破口を開いたのは、福岡県南部・筑後地方の篤農家たちである。

明治6年、福岡県上妻郡江口村(現・筑後市)の益田素平は、三潯郡八町牟田村(現・三潯郡大木町)の佐野禎蔵らと共同で水稻の穂枯れを軽減する通作法を考案した^{21,22)}。それは、早稲種は通常より約10日早く、晩稲種は約10日遅く挿秧(田植え)し、中稲種の作付けを止める方法であった。明治10年、益田は農業雑誌の情報と稲の観察から穂枯れの原因は螟虫の食害で、経験から導いた通作法が螟虫のライフサイクルを逆手にとった農法であったと理解した。更に、筑後地方で繁殖する螟虫が日本各地で被害が確認されるニカメイチュウではなく、年3回発生するサンカメイチュウであることを発見した²²⁾。

益田たちは、螟虫防除について福岡県庁に上申し、通作法と内務省勧農局が推奨する稲株の堀取焼却(稲株で越冬する老熟幼虫の駆除を目的に冬季に稲株を堀取って乾燥・焼却する手法)の普及に奔走した^{9,22)}。防除効果に懐疑的な一部農民による暴動(明治13年10月の筑後稲株騒動)²¹⁾を経て、明治21年から福岡県勧業試験場は螟虫研究に注力し、同26年には益田が村長を務める上妻郡二川村(明治22年4月、江口村外8村が合併²⁴⁾)に螟虫飼育試験場を設置した²²⁾。

益田は明治28年10月に「稲虫実験録」²³⁾を出版し、螟虫の詳細な生態に加えて、改良された通作法や新規考案の株切鎌(負担軽減のため稲株堀取から稲株切断への転換)など総合的な螟虫防除法を紹介した。驚くことに、同書には螟蛾の天敵である寄生蜂の観察記録も掲載されている。

3.3 石油灯式誘蛾灯

益田は「稲虫実験録」の中で、螟蛾の走光性(趨光性)を利用して交尾・産卵前に捕殺する誘蛾灯の重要性を説いている。図6は、同書に掲載された石油灯式誘蛾灯である。3本の竹脚で支えた水盤の中央に石油ランプ(洋灯)を配置し、水を溜めた水盤に注油して表面に油膜を張っている²⁵⁾。光に誘引され水盤に落ちた蛾を油膜で捕らえる仕組みである。石油

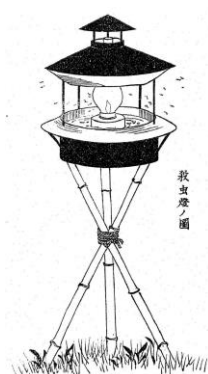


図6 石油ランプ式誘蛾灯
(「稲虫実験録」より)

灯の普及以前は、水盤上に篝火や行灯を配置した誘蛾灯が用いられていた²⁶⁾。

「稲虫実験録」に記された誘蛾灯使用の留意点を以下に示す。

①発蛾時期の30日間は終夜点灯する、②暗く静かで暖かい夜間は誘殺率が高い、③誘蛾灯の周囲5.6坪(17~20m²)は誘引された螟蛾の一部が稲の葉鞘に産卵する可能性が高く、これを充分に取り除く、④苗代期に越冬

世代の成虫を極力捕殺し、その

後も各発蛾期に点灯して捕殺する、⑤駆除の効果を上げるため、集落共同で一斉点灯を行う。

図7は、福岡県内の歴史民俗資料館が収蔵する石油灯式誘蛾灯で、何れも使用年代は不明である。誘蛾灯aは、螟蛾を捕殺する水盤や雨水の侵入を防ぐ笠、ランプの油壺がトタン(亜鉛めっき鋼板)の板金加工とはんだ付けで作られている。光源はガラスの火屋を持つ石油ランプで、付属する鉄線は吊り下げ金具である。笠は、断面が算盤珠形の大笠に円筒形の側板を持つ小笠を載せた複雑な構造で、図6に示す明治期の誘蛾灯に近い。大笠は、水盤の雨除けとランプの光を斜め下方に反射・拡散する役割を持つ。小笠は火屋の雨除けで、側板に開けた孔からランプの排気を行う。

誘蛾灯bもトタン製で、水盤と笠は金型による塑性加工で作されている。光源は火屋のない石油カンテラで、転倒防止のためカンテラの脚部をセメントで固めている。カンテラの炎を調節する金具(火蓋)は梅花形で、大正15年に福岡県の高山作次郎が考案した高山式誘蛾灯と推定される^{27,28)}。誘蛾灯cは水盤のみで笠はなく、石油カンテラも失われている。水盤は塑性加工したトタンで、縁を波板状にして強度を上げている。誘蛾灯bと同様に、水盤の中心部に石油カンテラを置く凹みがある。形状から、戦前に開発された四農式誘蛾灯またはその類似品と推定される²⁸⁾。一方、石油灯の代わりに高光度のアセチレンランプを使用した誘蛾灯が、明治30年代半ばに商品化されている²⁶⁾。

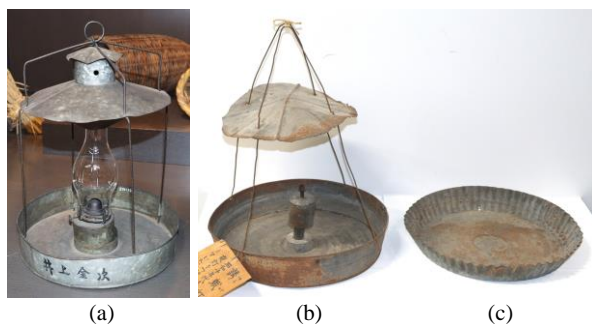


図7 石油灯式誘蛾灯

a:春日市奴国の丘歴史資料館所蔵

(全長43cm, 水盤の直径30cm, 石油ランプの火屋は後補)

b:水巻町歴史資料館所蔵 (全長50cm, 水盤の直径39cm)

c: " (水盤のみ, 水盤の直径39cm)



図8 誘蛾電灯(郵政博物館提供)

3.4 誘蛾電灯

石油灯やアセチレンランプを用いた誘蛾灯は光度が低く、燃料の補給が必要で風の影響も受けやすい。明治45年、福岡県山門郡城内村(現・柳川市)の垣田永雄は白熱電球を用いた誘蛾電灯を考案し、螟蛾の誘殺率を高め光源の管理を容易にした^{29,30)}。垣田は明治後期に城内村にある県立中学・伝習館の教員を務め³¹⁾、大正5年頃に城内村の助役に選任されている³²⁾。螟虫の被害に疲弊する農民たちを見かねて誘蛾灯の改良に取り組んだ、卓識ある人物だったと考えられる。

図8は昭和10年代の誘蛾電灯である。配電小柱(誘蛾灯用の木製電柱)と杭で支えた三角形の木枠に円形の水盤を置き、被覆電線で吊り下げた釣鐘形の磁器製耐水ソケットに透明電球を装着している。捕殺した蛾が浮かぶ水盤の側面から吐出管が覗いている。吐出管は水盤下部に開口部を持つL字形のパイプで、雨水の浸入で水盤の水位が上昇した際に、下部の水を排出して水面に浮かぶ油の流出を防ぐ³³⁾。

昭和初期における誘蛾電灯の標準的使用法^{27,34)}を以下に示す。①水盤の高さは稲の生育に合わせて3~5尺で変化させる。②水盤の直径は2~2.3尺で、水盤の縁と電球との距離は7~9寸とする。③16燭(20W)の電球は3反歩に1灯、24燭(30W)は5反歩に1灯、50燭(60W)は1町歩に1灯の割合で点火する³⁵⁾。ここで、1尺は30.3cm、1反歩は9.9a、1町歩は0.99ha、電球の明るさを表す燭はタングステン電球の公称燭光³⁵⁾、Wは電球の大きさ(消費電力)を表すワット数である。一方、石油カンテラ式誘蛾灯は1反歩に1灯または3反歩に2灯必要であった。誘蛾電灯の設置工事では、水田付近の低圧配電線から臨時引込線を延長する³⁴⁾。誘殺期間の終了後は、電球と水盤に加えて引込用電線や電灯器具(安全器、ソケット等)を撤去する。配電線の取付と撤去の工事費、引込用電線の損料、割高な臨時電灯料、水盤に滴下する石油代など様々な経費が必要であった³⁴⁾。

3.5 農村電化の進展と誘蛾電灯の普及

誘蛾電灯が誕生した城内村は旧柳河藩の市街地で、同村に初めて電灯が点ったのは九州電気の電力供給区域となった明治43年頃と推定される^{36,37)}。九州電気の前身は明治39年11月創立の広滝水力電気³⁸⁾で、佐賀県の城原川と川上川に水力発電所を有し、供給区域は佐賀県南部と福岡県筑後地方の一部であった³⁷⁾。同社は諸富変電所(佐賀郡東川副村、明治42年2月運開)³⁸⁾を経由して、城内村を含む筑後川河口

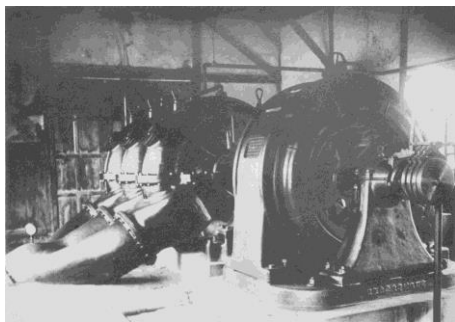


図9 三潯村耕地整理地区三井寺揚水機場
(「三潯郡耕地整理協同會誌」より)

周辺に電灯電力を供給した³⁷⁾。明治45年4月、九州電気は企業合併により九州電灯鉄道に社名を変更している³⁸⁾。

当時、筑後地方の農村の多くが無電化地帯で、初期の誘蛾電灯も水田ではなく住宅の軒先で点灯されたという³⁹⁾。配電線との接続が不可欠な誘蛾電灯にとって、普及を妨げる最大の要因は農村電化の遅れであった。

大正3年、城内村に近い三潯郡北部(現・久留米市)に電化灌漑を目的とする複数の農業団体(耕地整理地区または耕地整理組合)が設立され、電動ポンプによる筑後川からの揚水と導水路の建設を開始した^{40,41)}。農村地帯に揚水機場や変電所が建設され、配電線が架設された。図9は三潯村耕地整理地区の揚水機場内を撮影した写真⁴⁰⁾で、大型の巻線型三相誘導電動機に3基の渦巻ポンプが直結されている。大正4年には、三潯郡耕地整理共同会に所属する殆どの町村が九州電灯鉄道の供給区域となっている⁴²⁾。

大正13年に福岡県で点火された誘蛾灯の総数は76,515灯で、その97.4%が石油ランプ式誘蛾灯、残り2.6%(2,012灯)が誘蛾電灯であった³⁰⁾。地域別では、三潯郡の誘蛾灯総数は5,067灯でその19.8%(1,005灯)が誘蛾電灯である。同郡の誘蛾電灯は県全体の約半数を占め、誘蛾灯の電化率も他の地域を大きく上回っている。電化灌漑事業による農村電化の進展が、誘蛾電灯導入の機運を高めた結果と考えられる。

大正後期、電力各社は農事電化に注目し、排水・灌漑設備の電化、脱穀・籾摺・耕耘など農作業への電動機の導入、水稻や蔬菜の育苗と促成栽培および製茶への電熱応用、養蚕・養鶏への電照・電熱応用など新規需要の喚起に努めた⁴³⁾。農事電化の好例として誘蛾電灯の導入促進にも注力した。

大正12年6月、農事電化の奨励と振興、調査研究を目的に農商務省、通信省、大学、電気事業者、電気機器製造会社等が参加して農事電化協会が設立された^{39,44)}。同協会の設立を主導したのは、関西水力電気(旧名古屋電灯)と九州電灯鉄道の合併により大正11年6月に創立された東邦電力であった⁴³⁾。農事電化協会は、会誌「農事電化」で誘蛾電灯の導入事例と効用を度々紹介し、昭和14年刊行の冊子「農事電化の栞」⁴⁵⁾では稲作と果樹栽培における誘蛾電灯の使用法を詳細に解説している。その結果、昭和13年には全国29府県で37,209灯の誘蛾電灯が点火され⁴⁶⁾、戦時体制下で食糧増産政策が推進された昭和18年には69,222灯と倍増した²⁶⁾。

4. ニカメイガの走光性試験

4.1 水稻病虫害の調査研究

大正8年、農商務省は食糧自給率の向上を目的に主要食糧農産物改良増殖奨励事業を開始し^{9,47)}、道府県立の農事試験場に奨励金を交付して食用作物の品種改良を進めた。大正14年4月の農商務省分割⁴⁸⁾で誕生した農林省も、同事業を発展継続させた⁹⁾。昭和2年、農林省は水稻の病虫害に関する大規模な調査研究事業を開始し、研究機関や地方の農事試験場に基礎研究と応用試験を委託した^{49,50)}。虫害研究の対象はニカメイチュウとその天敵およびウンカで、農林省農事試験場昆虫部が研究推進の中心となり⁵¹⁾、委託先には専門技術員が派遣された⁴⁹⁾。

初年度の事業では、螟蛾に関する基礎研究が東京帝国大学(以下、東京帝大)と大原奨農会農業研究所に、応用試験が愛知・福井・山口・愛媛・大分の県立農事試験場に委託された⁴⁹⁾。東京帝大が受託した研究題目の1つが「螟虫の趨性、特に趨光性」で、愛媛県立農事試験場(以下、愛媛農試)の試験題目にも「螟虫の趨光性の応用」が含まれていた⁴⁹⁾。何れも誘蛾灯や予察灯(螟蛾の発生量を予測し対策を講じるための誘蛾灯)の改良に関連するテーマであった。

農林省が水稻の病虫害に関する調査研究に着手した昭和2年は、前年12月末に大正天皇が崩御し、翌年の秋に昭和天皇即位の大嘗祭を控えた時期であった。大嘗祭では、儀式に使う稲穂と米を全国から選定した2ヶ所の水田(悠紀斎田と主基斎田)で栽培する⁵²⁾。農林省は、斎田の選定と作付け、用水と肥料の管理、病虫害の防除など栽培全般に関与した。不良米を出すことが許されない国家的行事の担当は農林省にとって大きな重圧で、同省が科学的手法による病虫害防除の研究に注力する契機となった可能性がある。

図10は、昭和の大嘗祭で選定された福岡県早良郡脇山村(現・福岡市早良区)の主基斎田で、苗代田での螟虫駆除の光景である⁵³⁾。農業技師の指導の下、奉耕者と呼ばれる若い女性が捕虫網で螟蛾を捕獲し、苗に付着した螟蛾の卵塊を手作業で取り除いている。科学的な防除法として主基斎田(面積は6反9畝24歩、69.1a)の6ヶ所に監視用の予察灯が配置され、脇山村と隣接する内野村に誘殺用の誘蛾電灯200灯が設置された⁵²⁾。電灯工事の一切は東邦電力が担当した。

4.2 愛媛農試による先行試験

昭和2年に農林省から螟虫に関する応用試験を委託された愛媛農試は、大正12年から伊予鉄道電気と協力してニカメイガと誘蛾灯に関する試験を実施していた^{54,55)}。電気鉄道事



図10 手作業による螟虫防除(昭和3年)
(絵葉書「主基斎田 螟虫採取」、加島 篤 所蔵)

業と電力供給事業を兼営する伊予鉄道電気は、電照養蚕や電化灌漑など農事電化を積極的に推進し⁵⁵⁾、農事電化協会にも加盟していた³⁹⁾。

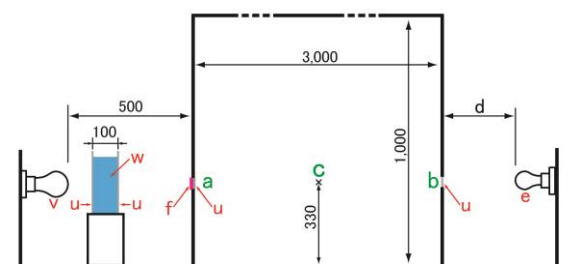
愛媛農試と伊予鉄道電気による試験は、誘蛾電灯と石油ランプ式誘蛾灯の誘殺頭数の比較、誘蛾電灯の光度や光色と誘殺頭数の関係、誘蛾電灯の誘殺頭数に及ぼす天候の影響など多岐に亘り⁵⁴⁾、試験結果は3.4節に示す誘蛾電灯の標準的使用法の基礎となった。白熱電球の光度を5段階(5, 10, 16, 25, 50燭)に変えた試験では、高光度の電球ほどニカメイガの誘殺率が高まる傾向が見られた。また、通常電球と着色した電球の比較試験では、赤、青、無着色の順で誘殺率が上昇した⁵⁶⁾。農林省は愛媛農試の実績を踏まえて、螟蛾の走光性に関する応用試験を委託したと推察される。

4.3 東京帝大による基礎研究

図11は、鐺木外岐雄教授率いる東京帝大農学部動物学教室が、昭和9年の農林省による指定研究で行ったニカメイガの走光性試験の実験装置である⁵⁷⁾。蛾が飛翔する暗箱は高さ1m、幅1m、長さ3mの直方体で、長手方向の両端に紫外線透過ガラスの小窓がある。左端の光源は紫外線放射量の高いパイタライトランプで、^{フレイグステン}Wフィラメントの温度を高めガラス球に紫外線透過ガラスを用いた特殊電球^{35,58)}である。水槽で遠赤外線を吸収した後⁵⁰⁾、小窓に重ねた狭帯域の光学フィルターで単色光に変換して暗箱内に照射する。複数の光学フィルターを用いて、透過中心波長を380~700nmの範囲で段階的に変化させた。右端の光源はガス入電球で、高いフィラメント温度によるWの蒸発を封入した不活性ガスで抑制する長寿命で白い発光色の電球である³⁵⁾。電球の光度(ワット数)と小窓までの距離を変えて、暗箱中央の放蛾点における白色光の照度を調整する。試験では、放蛾点から飛翔させたニカメイガが単色光と白色光の何れに誘引されたかを記録した。なお、初期の試験は蛾の雌雄を区別していない。

ニカメイガの走光反応の波長依存性を、図12の曲線Aに示す^{50,57)}。横軸は光学フィルターの透過中心波長、縦軸は相対刺激効力で、相対刺激効力は各単色光と同等の走光反応を示す白色光の照度を単色光のエネルギーで除した値である。ニカメイガの走光反応は波長380nmの紫色が最大で、410nmで急減し640nm以上では走光性は認められない。

曲線Bは、標準的な誘蛾電灯用白熱電球(100V 60W)の放射スペクトルである⁵⁰⁾。縦軸の比エネルギーは規格化され



a,b: 窓 (42mm 2) c: 放蜂点 d: 暗箱と白色電球間の距離 v: バイタライランプ
e: 白色電球 f: 光学フィルター u: 紫外線透過ガラス w: 水槽

図11 ニカメイガの走光性に関する実験装置の断面図(昭和9年)
(応用動物学雑誌「有色光線に対する二化螟蛾の反応」の掲載図を修正)

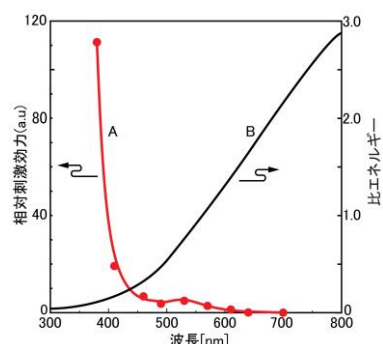


図12 ニカメイガの走光反応の波長依存性と
白熱電球の放射スペクトル

A:ニカメイガの走光反応曲線, B:ガス入電球(100V 60W)の放射スペクトル
(「農事改良資料 第140」の掲載図を修正)

た分光放射束で、明所視の視感度が最大となる555nmでの値を1としている。A,B両曲線の比較から、白熱電球はニカメイガの走光反応が強い短波長域での放射エネルギーが低く、誘蛾灯の光源としては非効率であることが確認された。

東京帝大動物学教室は、その後も実験装置の構造や実験条件を変えてニカメイガの走光性に関する試験を継続した⁵⁰⁾。透過中心波長360nmにおける相対刺激効力は雄蛾で665.8、雌蛾で638.8に達し、近紫外光の誘引効果が格段に大きいことが判明した。また、ワット数が同等の白熱電球では色温度が高いほど、同一照度では輝度が低いほど高い走光反応を示すため、誘蛾電灯にはガス入の艶消電球が有利であると分かった。昭和14年3月、農林省はニカメイガに関する研究結果を纏めた「農事改良資料 第140」⁵⁰⁾を発表した。

4.4 東京電気の照明技術

昭和4～13年のニカメイガの走光性試験では、主な光源としてガス入電球とバイタライトランプが使用された⁵⁰⁾。一部の試験では、真空電球や高圧水銀ランプ(0.5～5気圧のHg蒸気中のアーク放電を用いた放電管)⁵⁸⁾も用いている。論文や報告書ではガス入電球を「マツダ瓦斯入電球」、「マツダC電球」と記し、東京電気の製品であることを明記している^{50,57)}。バイタライトランプは、ビタミンDの生成に必要な紫外線(Dorno線)の放射効率を高めた健康増進用の白熱電球で、昭和5年に東京電気が発売を開始した。また、昭和10年に東京帝大が行った光色とニカメイガの走光反応に関する研究では、東京電気に特注したフィラメント温度の異なる真空電球を使用している⁵⁰⁾。

東京電気の技師・関重広は、昭和13年8月発行の照明学会誌で前年12月に東京帝大が応用動物学雑誌で発表したニカメイガの走光反応における波長依存性⁵⁷⁾について論評し、照明工学に基づく厳密な試験手法を称えると共に、高光度で短波長光の放射強度が高い超高压水銀ランプ(Hg蒸気圧を25気圧まで高めた小型高輝度の水銀放電管)⁵⁸⁾を用いれば、誘蛾電灯の設置数を大幅に削減できると述べている⁵⁹⁾。

これらの事実を総合すると、東京帝大動物学教室は少なくとも昭和10年以前から、日本の照明技術を牽引する東京電気の技術陣と情報交換を行っていた可能性が高い。応用

動物学と照明工学という異分野の技術交流は、蛍光誘蛾灯の開発でも大きな力を発揮することになる。

明治23年に初の国産電球を製造した白熱舎の流れを汲み、「マツダランプ」の商標で知られた東京電気は、昭和14年7月に重電メーカーの芝浦製作所と合併し東京芝浦電気(以下、東芝)となった⁶⁰⁾。

4.5 養魚誘蛾灯の短波長化

ニカメイガの走光反応に関する試験結果を受けて、電気事業者の広島電気は昭和16年6月に誘蛾電灯と紫外線放射に関する試験を実施した⁶¹⁾。使用電球は健康ランプ(一般照明用パイタイルランプ)、白色ガス入電球、昼光色ガス入電球、黄色電球、真空電球の5種類で、ワット数は全て60Wである。結果、紫外線を放射する健康ランプの誘殺率は、誘蛾電灯用として一般的な白色ガス入電球の1.81倍であった。

広島電気以上に素早い反応を見せたのは、淡水魚の養殖に取り組む水産関係者であった。大正中期、蛙や淡水魚の飼育に誘蛾電灯を活用する動きが始まった。大正9年、茨城県水産試験場は食用蛙(ウシガエル)の飼育池に誘蛾電灯を設置し、水面に落下する昆虫を補助的な餌として与えた⁶²⁾。昭和7年には、滋賀県水産試験場が醒井養鱒場に88灯の誘蛾電灯を設置している⁶³⁾。同時期、複数の県立水産試験場が給餌目的で誘蛾灯を導入したが、その理由は以下の3点であった⁶⁴⁾。①昆虫餌は栄養バランスに優れ消化吸収が良い、②活餌を好む習性から食べ残しによる水質悪化が少ない、③養殖池周辺の圃場や果樹園の害虫を防除できる。農林省は、昭和9～11年に水産試験場木崎分場(長野県)で養鱒用の誘蛾電灯に関する試験を行い、電球の種類や光度、気象条件と誘殺率の関係、誘引した昆虫の水面への落下率、鱒の補食状況等を綿密に調査している⁶⁵⁾。

昭和14年に「農事改良資料 第140」が発行され、昭和15年の全国河川湖沼養殖研究会でニカメイガの走光反応の波長依存性が紹介されると、農林省水産局は350nm付近で発光する短波光養魚誘蛾灯を試作し、昭和16年4月から鯉養殖を行う東京府水産試験場水元養魚場で試験を開始した^{64,66)}。光源は高圧水銀ランプで、発光管と外球に低屈折率・低分散の珪酸ガラスを用いた。365nm付近に強い放射があり、消費電力370W、水平光度950燭、放電開始電圧は約150Vで、AC100Vで使用する際は漏洩変圧器(leakage transformer)を用いた^{64,66)}。

図13は高圧水銀ランプの放射スペクトルで、縦軸は最大強度の線スペクトルを基準にした相対強度である⁶⁷⁾。白熱電球と異なって400nm以下の短波長域に強い放射があり、誘蛾灯の光源として格段に優れていることが分かる(図12参照)。

その後、各府県の水産試験場を中心に全国数十ヶ所の養魚施設に短波光養魚誘蛾灯が設置された。昭和16年10月、農林省水産局は新設する短波光養魚誘蛾灯2,600灯に対し水産応急施設として助成金の交付を決定した⁶⁶⁾。

5. 青色蛍光誘蛾灯の開発

5.1 熱陰極蛍光管

蛍光灯の光源である蛍光放電管(以下、蛍光管)は、Hg蒸

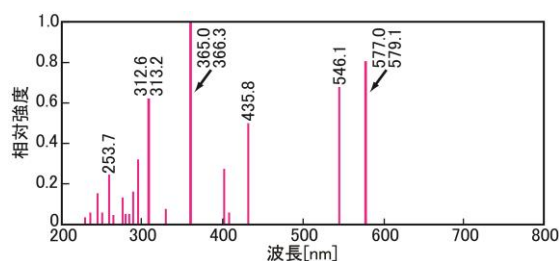


図13 高圧水銀ランプの放射スペクトル
(「最新 蛍光灯と照明」の掲載図を修正)

気圧2～6mTorrの低圧水銀放電管で、グロー放電の陽光柱から放射される近紫外の共鳴線(253.7nm)をガラス管の内壁に塗布した蛍光体で可視光に変換する⁶⁸⁾。1938(昭和13)年、米General Electric社(以下、GE社)のInmanらは昼光色の直管型熱陰極蛍光管を実用化した⁶⁹⁾。蛍光管の構造を図14に示す。陰極に熱電子放出能の高い酸化物陰極(BaOとSrOで被覆したWフィラメント)、蛍光体にマンガン付珪酸亜鉛ベリリウム((Zn, Be)₂SiO₄:Mn)を用いている⁶⁹⁾。ガラス管内に少量のHgと、放電開始電圧V_sを低下させるため数TorrのArを封入する⁶⁸⁾。管長18in、管径1inの15W蛍光管の場合、定常状態の管電圧63V、管電流0.27A、昼光色におけるエネルギー消費効率は30lm/Wで白熱電球の10倍であった⁶⁹⁾。

図14は点灯回路の一例で、点灯スイッチSを閉じると安定器のチョークコイルL_sを通じて蛍光管両端のWフィラメントに電流が流れ、陰極を熱電子放出温度まで加熱する。次にSを開くと、L_sに数百Vの過渡電圧(kick voltage)が発生し、V_sを超える高電圧が陰極間に印加されて主放電が開始する。その後は、放電電流による加熱で陰極は熱電子放出温度に維持される⁶⁷⁾。定常状態では、蛍光管に直列接続されたL_sがバラストとなり電源電圧と管電圧の差を分担する。また、蛍光管自体は負の電圧電流特性を有するため、L_sのインピーダンス降下により管電流を一定に保つ⁶⁸⁾。

5.2 蛍光灯の国産化

昭和14年、東芝は明治42年に東京電気と提携契約を締結したGE社に技術者を派遣し⁶⁰⁾、昭和15年4月に20W昼光色蛍光管の製造を開始した⁷⁰⁾。蛍光体は3種類((Zn, Be)₂SiO₄:Mn, MgWO₄, Cd₂B₂O₃:Mn)の混合で、同年8月に始まった法隆寺金堂壁画の模写事業では照明用に20W昼光色蛍光管80本が点灯され大きな話題となった⁷⁰⁾。

昭和16年9月、東芝は蛍光灯照明器具と15Wと20Wの昼光

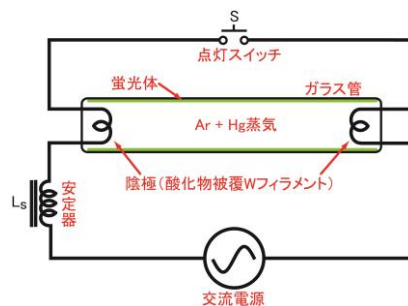


図14 熱陰極蛍光管の構造と点灯回路

色蛍光管の一般発売を開始した^{71,72)}。点灯回路は図14の押ボタン式ではなく、米Westinghouse社で開発された点灯管を用いていた⁷²⁾。点灯管は、NeやAr中のグロー放電とバイメタル電極の熱変形を利用した自動開閉スイッチである^{67,73)}。

昭和17年11月、同年6月に開通した関門鉄道トンネル下り線で旅客輸送が始まり⁷⁴⁾、新たに九州の玄関口となった門司駅(旧大里駅)のホームを東芝製の蛍光灯が照らした^{75,76)}。しかし、昭和16年12月の太平洋戦争開戦以降、蛍光灯の生産は軍需が中心となり、日本海軍は潜水艦や航空母艦の艦内照明に主として20W昼光色蛍光管を、航空母艦の着艦誘導灯に視認性が高い12W緑色蛍光管を使用した^{70,77)}。白熱電球に比べ高効率・長寿命で、発熱が少なく耐振性が高いことが採用の理由であった。

5.3 青色蛍光管と青色蛍光体

東芝がGE社から技術導入した熱陰極蛍光管は、蛍光体の選択により様々な発光色が可能で、タングステン酸カルシウム(CaWO_4)を蛍光体とする青色蛍光管も含まれていた⁷⁸⁾。図15は低圧水銀ランプと青色蛍光管の放射スペクトルで、縦軸は前者が相対強度、後者は比エネルギーである^{68,69)}。低圧水銀ランプの放射スペクトルは、線スペクトルの強度分布が高圧水銀ランプと大きく異なり(図13参照)、近紫外の253.7nmで最大強度を示す一方、可視域の放射エネルギーは少ない。青色蛍光灯は、蛍光体の CaWO_4 が253.7nmを吸収・変換してブロードな連続スペクトルを形成し、これにHgのグロー放電による可視域の線スペクトル(ブロック形のピーク)が重畳される⁶⁹⁾。なお、Hgによる近紫外の線スペクトルは、蛍光体とガラス管に吸収され管外には放射されない。

CaWO_4 の最大刺激感度波長は272.0nmで、発光スペクトルは360~700nmに広がり(図15参照)、紫色の444.0nmで放射エネルギーが最大となる⁷⁹⁾。短波長紫外線に加えてX線や電子線の刺激でも強く発光し⁸⁰⁾、残光時間も10 μs と極めて短い⁶⁷⁾。東芝は、蛍光灯技術の導入以前から CaWO_4 の特徴を活かした製品開発に取り組んでいた。東京電気時代の昭和10年、 CaWO_4 を用いたX線透過撮影用の増感紙を試作し、昭和13年に発売を開始した⁶⁰⁾。増感紙は、X線を可視光に変換してX線フィルムの露出時間を大幅に短縮する。同年、新開発のオシロスコープ用ブラウン管の蛍光スクリーンにも CaWO_4 を使用している⁸¹⁾。東芝における蛍光灯と蛍光体に関する技術の集積は、蛍光誘蛾灯開発の強力な推進剤となった。同社は昭和16年に青色蛍光管の製造を開始し⁸²⁾、昭和17年

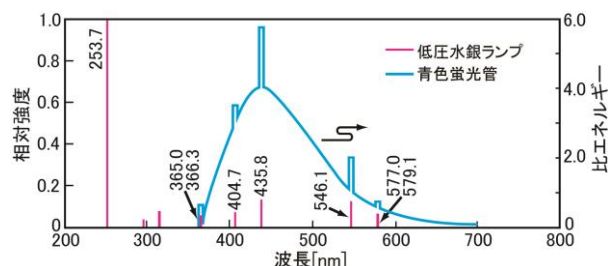


図15 低圧水銀ランプと青色蛍光管の放射スペクトル
(「最新 蛍光灯と照明」、Electric Engineering誌「Low-voltage Fluorescent Lamps」の掲載図を改変・修正)

に蛍光誘蛾灯を完成させた¹⁰⁾。

5.4 誘蛾灯用光源の野外比較試験

図12のニカメイガの走光反応曲線と図12,13,15に示す各種光源の放射スペクトルを比較すると、ニカメイガの誘引に有利な波長410nm以下の放射は高圧水銀ランプが最も強く、青色蛍光管がこれに次いでいる。

昭和16年、農務省農政局の委託を受けた東京帝大と愛媛農試は、年2回発生するニカメイガの第二化期(8月下旬~9月中旬)に、愛媛農試の指定試験場(伊予郡岡田村の水田)で各種光源による誘引効果の野外比較試験を実施した⁸³⁾。試験には愛媛県庁、東芝、伊予鉄道電気が協力した。東芝は光源となる電球や放電管の提供、伊予鉄道電気は誘蛾灯用配電設備の準備と電力供給を担当したと考えられる。なお、岡田村は大正後期から愛媛農試と伊予鉄道電気が誘蛾電灯に関する試験を行った場所であった(4.2節参照)⁵⁵⁾。

本試験における誘蛾灯の配置例を図16に、図中のA~Oを含む各光源の仕様を表1に示す^{83,84)}。配置例(a)と(b)の試験地は直線距離で約2km離れ、1区画の面積は1町歩であった。誘蛾灯の円形水盤は直径60cm、光源は水盤の縁から約30cmの高さに吊り下げた⁸³⁾。特殊蛍光管など細長い形状の光源は、水盤に対し垂直に配置している⁸⁵⁾。水盤で誘殺した昆虫群からニカメイガを選別し、その頭数で誘引効果を比較した。なお、光源の故障や入替のため、全ての光源で点灯の時期や日数等の点灯条件を揃えることは困難であった。

比較試験では、ニカメイガの走光反応の波長依存性を念頭に、近紫外から青の波長で強い放射を持つ光源が多数選定された。図16(a)の低出力光源による試験では、アルゴン放電ランプ(ArとN₂を封入した小型放電管)⁸⁴⁾や封入ガスにHgを添加したネオンサイン⁸⁶⁾、分光器の波長較正に用いる小型水銀ランプ^{35,87)}など各種の低圧水銀ランプに加えて、健康ランプ、特殊蛍光管が用いられた。放射波長350~550nmの特殊蛍光管は青色蛍光管の試作品で⁸⁴⁾、昭和18年の野外試験以降は「青色蛍光ランプ」と呼ばれた⁸⁵⁾。当時の青色蛍光管の規格を表2に示す^{84,88,89)}。点灯回路を含む定格電圧はAC100Vで、消費電力には安定器の損失が含まれる。戦時中のため防空上の配慮も必要で、灯火管制時に誘蛾灯が発する可視光線を遮蔽するため、狭帯域の紫外線透過フィルターである特殊ガラス製のグローブを装着した光源も試験対象に加えられた⁸⁴⁾。なお、60Wガス入白熱電球は対照試験用の標準灯で、高効率の二重コイルフィラメント(coiled-coil filament)³⁵⁾を採

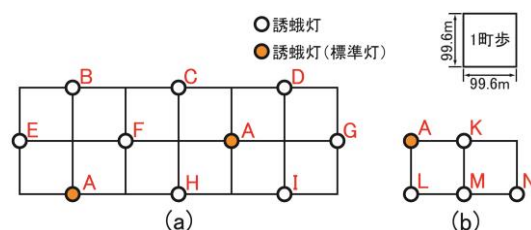


図16 野外比較試験における誘蛾灯の配置例
(a)低出力光源の試験、(b)高出力光源の試験
(照明学会雑誌「誘蛾灯の研究」の掲載図を修正)

表1 野外比較試験における各光源の仕様とニカメイガ誘殺比率
(照明学会雑誌「誘蛾燈の研究」より, cc:二重コイルフィラメント)

光源	種類と点灯条件	消費電力 [W]	主放射 波長 [nm]	誘殺 比率 [%]	ワット当りの 誘殺比率	
					値	順位
A	60Wccガス入白熱電球	60	350-2,600	100.0	1.7	9
B	アルゴン放電ランプ(2W×10個)	20	310-430	101.6	5.1	3
C	石英水銀サイン管	55	253.7, 400-550	149.0	2.7	7
D	波長校正用小型水銀ランプ	40	400-500	111.2	2.8	6
E	蛍光管型低圧水銀放電管	26	400-550	143.5	5.5	2
F	60Wcc健康ランプ(100V駆動) +狭帯域紫外線透過フィルター	60	350-400	100.5	1.7	9
G	60Wcc健康ランプ(100V駆動)	60	350-2,600	98.9	1.6	11
H	60Wcc健康ランプ(108V駆動)	72	350-2,600	91.1	1.3	12
I	特殊蛍光管(青色蛍光管)	22	350-550	206.9	9.4	1
J	20Wcc白熱電球	20	350-2,600	69.4	3.5	5
K	S-2型水銀健康ランプ	165	280-2,600	100.8	0.6	14
L	抵抗式高圧水銀ランプ	330	350-580	377.9	1.1	13
M	300Wガス入白熱電球	300	350-2,600	109.0	0.4	15
N	超高圧水銀健康ランプ	90	280-580	394.8	4.4	4
O	超高圧水銀健康ランプ +狭帯域紫外線透過フィルター	90	300-400	210.8	2.3	8

表2 東京芝浦電気製青色蛍光管の規格(昭和19年頃)
(照明学会雑誌「誘蛾燈の研究 第3報」他より, *点灯回路を含む)

定格電圧 [V]	消費電力 [W]	管長 [mm]	管電圧 [V]	管電流 [A]	管電力 [W]	光度 [cd]	輝度 [cd/cm ²]
100*	24*	580	62	0.35	22	30	0.1-0.2

用している。

一方、図16(b)の高出力光源を用いた試験では、水銀健康ランプ(Wフィラメントを付加した高圧水銀ランプ)⁹⁰⁾、抵抗式高圧水銀ランプ(点灯回路を内蔵した高圧水銀ランプ)⁹¹⁾など高圧・超高圧の水銀ランプが配置された。超高圧水銀ランプでは、高圧水銀ランプが発する線スペクトル(図13参照)が長波長側に広がってブロードな連続スペクトルとなり、光色もより白色に近い⁹²⁾。

誘蛾灯用光源の野外比較試験の結果を表1に示す⁸³⁾。誘殺比率は、各光源の点灯期間におけるニカメイガの誘殺頭数を同一期間における標準灯(光源A)の誘殺頭数で除した値である。更に、誘殺比率を光源の消費電力で除したワット当りの誘殺比率とその順位も示している。なお、実際の試験ではニカメイガの雌雄別に誘殺比率を算出している。誘殺比率が200%を超えた光源は、超高圧水銀健康ランプ、抵抗式高圧水銀ランプ、狭帯域紫外線透過フィルター付き超高圧水銀健康ランプ、特殊蛍光管の4つで、紫外線放射量の多い高圧・超高圧水銀ランプが上位を占めている。ワット当りの誘殺比率では、特殊蛍光管が9.4で1位、2位は蛍光管型低圧水銀放電管の5.5、3位はアルゴン放電ランプの5.1で、消費電力が100Wを超える高圧・超高圧水銀ランプは下位に沈んだ。試験結果の分析では、誘蛾比率で1位となった高光度(250燭相当)の超高圧水銀健康ランプについて、以下のように評価している^{83,84)}。①誘引効果は極めて大きい、直径60cmの水盤ではその一部しか捕殺できない、②高密度に飛来した蛾は高輝度の光源本体を避ける傾向があり、かえって誘蛾灯周囲での産卵密度が高まる、③誘蛾灯周辺の照度が高く、稲の生育を阻害する虞がある、④広大な草地への設置や養魚誘蛾灯には適している。一方、低輝度でエネルギー消費効率の高い特殊蛍光管は、誘殺比率で4位、ワット当りの誘

殺比率で1位となり、誘引効果に優れた経済的な光源であることが証明された^{83,84)}。

昭和17年、再び誘蛾灯光源に関する野外比較試験が実施された⁸⁵⁾。試験地は前回と同じ岡田村で、伊予鉄道電氣に代わり四国配電が試験に協力した。同社は、配電統制令によって四国一円の電氣供給事業を統合するため昭和17年4月に創立した国策会社で、伊予鉄道電氣の配電事業も承継した⁹³⁾。ニカメイガの第一化期(6月下旬～7月中旬)の試験では、22W青色蛍光管(垂直配置)、90W超高圧水銀健康ランプ、300W高圧水銀ランプ、60Wガス入二重コイル白熱電球(標準灯)の4種が用いられた。その結果、誘蛾比率とワット当りの誘蛾比率の両方で青色蛍光ランプが1位となった。また、灯火管制時の点灯を想定し各光源に可視光を遮断する紫外線透過フィルターを装着した場合は、誘蛾比率が約1/3まで低下した。

続く第二化期(8月下旬～9月中旬)の試験も複数の光源を用いた比較試験が継続されたが、特筆すべきは青色蛍光管の本数と配置に関する試験である⁸⁵⁾。(a)1灯垂直配置、(b)1灯水平配置、(c)2灯水平配置、(d)1灯垂直配置(ガラス翼付き)、(e)1灯垂直配置(紫外線透過フィルター付き)の5つのケースを比較した。(d)のガラス翼は、長方形のガラス板4枚を十字形に配置し、透明なガラスに螟蛾を衝突させて捕集する仕組みであった⁹⁴⁾。試験の結果、(a)の1灯垂直配置がワット当りの誘殺比率が最も高くなった⁸⁵⁾。

5. 5 青色蛍光誘蛾灯の有効範囲

昭和18年、農林省農政局からの委託により、東京帝大と愛媛農試は青色蛍光管を光源とする蛍光誘蛾灯の有効範囲に関する試験を実施した⁸⁸⁾。試験地は岡田村の水田で、ニカメイガの第一化期(6月中旬～7月中旬)と第二化期(8月下旬～9月中旬)に分けて行った。蛍光誘蛾灯を5町歩(約5ha)に1灯の割合で計12灯、格子状に集団配置した。22W青色蛍光管は垂直配置で、管の中心が地上高1.6m、下端が直径54cmの円形水盤の水面に接するように設置した。配電線の要所々に単巻変圧器(slidac)を置き、蛍光灯の供給電圧を一定に保った。点灯期間の終盤に、誘蛾灯からの距離と坪当りの被害茎数(螟虫の侵入で生じた葉鞘変色茎⁹⁵⁾の数)の関係を調べ、誘蛾灯の有効範囲を推定した。翌昭和19年の第一・第二化期にも同様の試験を繰り返した⁹⁵⁾。結果、ニカメイガの被害が軽減される蛍光誘蛾灯の有効半径は、ほぼ60～80間(109～145m)であることが分かった。

昭和18年の第一化期には、標識を付けて放したニカメイガの誘殺割合から蛍光誘蛾灯の有効範囲を求める試験が岡田村の別地点で実施された⁸⁸⁾。稲藁に潜む越冬幼虫を羽化させて翅をアニリン色素で染め、放蛾距離(誘蛾灯から放蛾点までの距離)を50～200mと変えて誘蛾灯の誘殺率(誘殺頭数と放蛾頭数の比)を調べた。蛍光誘蛾灯は1灯で、誘引したニカメイガを最大限に捕獲するため、一辺3尺(91cm)の方形水盤120基を半径180尺(54.5m)の円周上に並べた大水盤を用いた。比較のため、光源を60Wガス入二重コイル白熱電球に替えて同様の試験を行った。結果、放蛾距離50mにおける青色

蛍光管の誘殺率は白熱電球の約4倍で、両光源とも放蛾距離に従って誘殺率が減少した。

従来、60W白熱電球を用いた誘蛾電灯は1町歩(半径62mの円に相当)に1灯の割合での点灯が推奨されていた。試験結果のグラフから放蛾距離62mにおける60W白熱電球の誘殺率を求め、青色蛍光灯で同じ誘殺率が得られる放蛾距離を求めると145mとなった。これは、被害茎数の推移から求めた有効半径に近い。複数試験の結果から、蛍光誘蛾灯の有効半径は最小でも70間(127m)、面積換算で5.2町歩弱(約51ha)と見積もられた⁸⁸⁾。以後、蛍光誘蛾灯は5町歩に1灯の割合で点灯することが標準となった。

5. 6 青色蛍光灯と水稻の生育

昭和17～19年の期間に、農林省、東京帝大、愛媛農試の3者は蛍光誘蛾灯に関する多種多様な試験を実施している^{88,89)}。中でも、昭和19年に行なわれた青色蛍光灯と水稻の生育に関する試験⁸⁹⁾は重要で、高光度の白熱電球をめぐる過去の混乱を踏まえた予防的な試験と考えられる。

昭和7年9月、大阪毎日新聞と大阪朝日新聞の紙面に「誘蛾電灯は稲の結実に有害」とする記事が掲載され、大きな問題となった⁹⁶⁾。記事は、和歌山県西牟婁郡農会の調査で、水稻の出穂期に50燭(60W)の白熱電球を点灯すると、高い照度の影響により誘蛾灯から半径2m以内で稲の結実が遅延すること、16燭以下の電球では稲の生育に影響がないことを報じていた。実際、高光度電球を用いた誘蛾電灯が稲の生育に悪影響を与える可能性は以前から指摘されていた⁹⁷⁾。

西牟婁郡を電力供給区域とする合同電気と歌山支社⁹⁸⁾による追試でも、結実の遅延が確認された⁹⁶⁾。一方、農事電化を推進する逓信省と誘蛾電灯の普及に貢献した伊予鉄道電気は次のように反論した⁹⁶⁾。①50燭電球を用いた誘蛾電灯はニカメイガの誘殺効果が高く、結実遅延による僅かな経済的損失は問題にならない、②50燭電球は誘蛾電灯の有効範囲が広く、低光度の誘蛾電灯を複数配置する場合に比べ、電力の有効利用と配電設備の節約の点で優れている、③第二化期の発蛾終息後、直ちに点灯を終了すれば稲の成熟や結実の遅延を回避できる。なお、10年後に行われた東京帝大と愛媛農試による誘蛾灯用光源の比較試験では、高光度の超高圧水銀健康ランプについて、誘蛾灯周辺の高い照度による稲の生育阻害を危惧している(5.4節参照)。

愛媛農試による昭和19年の試験では、水稻22品種を対象に青色蛍光灯の夜間照射を行う期間を種々に変えて、その出穂状況を無照射の場合と比較した⁸⁹⁾。試験期間は7月初旬の挿秧から9月の出穂期まで、地上7尺(2.1m)に青色蛍光灯を水平に設置して真上から稲に照射した。結果、多くの品種で出穂開始日の遅延(最大で4.6日)が認められたが、照射期間によっては出穂が早まるケースもあった。全体として、青色蛍光灯による顕著な生育の遅れは認められなかった。

5. 7 戦時中の試験的導入

昭和18年以降、病虫害対策に熱心な愛媛・香川・鳥取・岡山・福岡等の県で、一部の町村に開発中の蛍光誘蛾灯が試験

的に導入され^{70,99)}、現地指導のため愛媛農試の技師が派遣された。愛媛・香川両県では、5,000灯の蛍光誘蛾灯が試用されたという⁷⁰⁾。北陸地方でも、昭和18年に石川県でイネクロカメムシの防除を目的に青色蛍光灯が点灯され、昭和19年にはニカメイガの誘殺用に石川・富山両県に300灯の蛍光誘蛾灯が設置された¹⁰⁰⁾。戦時中、蛍光灯は軍需品で民需は禁止であったが、石川県と北陸配電は農商省(昭和18年11月1日設置、農林省に商工省の一部を編入¹⁰¹⁾)に陳情を重ね、農具名目で蛍光誘蛾灯の特別配給を受けたという¹⁰⁰⁾。

当時、全国(朝鮮、台湾を含む)で栽培する稲の約4%がニカメイチュウの被害を受け、毎年¹⁰²⁾の減収量は250万石(37.5万トン)に及ぶと云われていた¹⁰²⁾。戦線の拡大と共に軍への供出米も急増し、戦時食糧増産が叫ばれる中で多くの農業関係者が蛍光誘蛾灯の導入を待望していたと推察される。

太平洋戦争中、東芝の蛍光管は管球製造拠点である川崎工場(神奈川県川崎市堀川町)で製造されていた¹⁰³⁾。しかし、昭和20年4月の京浜地区大空襲により同工場の6割以上が灰燼に帰し、完成直後の蛍光管自動排気装置も焼失した¹⁰³⁾。

6. 青色蛍光誘蛾灯の普及

6. 1 戦後の食糧難と青色蛍光誘蛾灯

昭和20年8月の敗戦後、600万人を超える復員軍人と引揚者により人口が急増し、旧植民地からの食糧供給の杜絶、耕地の荒廃と農業従事者の不足、不合理な供出配給制度、鉄道・港湾など輸送インフラの復旧遅滞等により、日本は極度の食糧難に陥った^{70,104)}。表3は、農林省(昭和20年8月26日に農商省を改称¹⁰⁵⁾)の調査による昭和18～22年の水稻の作付面積と螟虫の被害である¹⁰⁶⁾。ここで被害率は、被害田の標準収量に対する減収量の割合を指すと推測される。サンカメイチュウに比べてニカメイチュウの被害が大きく、特に昭和22年度の螟虫被害は苛烈で減収量は例年の2～3倍に達しており、食糧難に拍車をかけたことが分かる。なお、戦時中に喧伝されたニカメイチュウの被害「減収量250万石」は、誇張した数値であったと考えられる。

昭和20年10月頃、農林省は食糧増産のため、全国の水田約300万町歩の中で螟虫の被害が特に深刻な50万町歩に、3年間で10万灯の蛍光誘蛾灯を設置する計画を立案し^{70,106)}、東芝に製造を依頼した¹⁰⁷⁾。昭和20年10月、東芝は蛍光管の製造拠点であった川崎工場を堀川町工場と改称した¹⁰³⁾。同社は昭和20年12月に青色蛍光体CaWO₄の製造を開始し⁶⁰⁾、昭和21年4月に20W青色蛍光管の生産を再開した¹⁰⁸⁾。

昭和21年夏、照明学会は千葉県夷隅郡御宿町で東芝が開発した蛍光誘蛾灯の誘殺効果を確認する試験を開始した⁷⁰⁾。

表3 戦中戦後における稲の作付面積と螟虫の被害
(照明学会雑誌「蛍光誘蛾灯の現状」より)

年度	作付面積 [千町歩]	ニカメイチュウ			サンカメイチュウ		
		被害面積 [千町歩]	減収量 [千石]	被害率 [%]	被害面積 [千町歩]	減収量 [千石]	被害率 [%]
昭18	3,110.2	576.5	501.7	4.3	27.6	34.4	6.2
昭19	3,979.4	367.1	441.9	5.6	36.3	47.1	6.4
昭20	2,894.1	401.8	501.7	5.8	88.6	35.6	2.0
昭21	2,804.0	330.3	472.4	7.1	52.2	42.1	4.1
昭22	2,893.9	928.1	1,480.4	8.0	80.3	95.4	5.9



図17 青色蛍光誘蛾灯の解説用冊子
(農民叢書「蛍光誘蛾灯」表紙)

試験には東芝の技術陣も参加した。地元農会の協力を得て、誘殺した昆虫の種類と頭数、螟虫の被害による白穂の数を調べ、雌のニカメイガ1頭の誘殺で玄米6,500粒(1合相当)の減収を防止できると結論付けた。昭和22年9月、農業技術協会から蛍光誘蛾灯の効果と取扱方を解説した農業者向けの冊子「蛍光誘蛾灯」¹⁰⁹⁾が発行され、蛍光誘蛾灯の普及に貢献した(図17参照)。続いて、昭和23年に照明学会が冊子「蛍光誘蛾灯と点灯の手引き」を発行し¹¹⁰⁾、農事電化協会の後継組織として昭和22年9月に設立された農業電化協会¹¹¹⁾も昭和24年1月に「蛍光誘蛾灯と其の取扱法」¹¹²⁾を発行している。

6.2 様々な普及促進策

昭和23年3月、農林省は破局的な経済危機を乗り切る方策として食糧一割増産運動要綱を発表した^{113,114)}。これは、政府主導により肥料や農機具など生産資材を確保した上で、農家に対し米など主要食糧の増産と割当量の供出を要請し、増産による自主的供出分については特別価格での買入や報奨物資の提供を行う施策であった。なお、要綱では増産に協力する農家の必行事項を定め、稲作では①種籾の消毒など健康な苗の育成、②施肥の工夫による肥料の有効利用、③DDT(dichlorodiphenyl-trichloroethane)の乳剤による苗代田での螟虫防除、④蛍光誘蛾灯の活用、⑤災害復旧の促進の5つを挙げた^{114,115)}。農林省が米増産の要諦に農薬と蛍光誘蛾灯による螟虫の防除を加えた背景に、螟虫被害の激甚化があったと推測される。一方で、蛍光誘蛾灯の設置に不可欠な配電線(銅線)の不足や、電力不足に起因する配電電圧の低下で誘蛾灯の不点が生じることが懸念されていた¹¹⁵⁾。

農林省は、昭和21年度から蛍光誘蛾灯設置に助成金の交付を始め¹¹⁴⁾、各県もこれに追従して蛍光誘蛾灯の設置を奨励・助成する動きが広まった¹¹⁶⁾。更に、農林省は蛍光誘蛾灯の物品税免除について大蔵省と折衝し、昭和24年3月15日付で蛍光誘蛾灯は紫外灯と認定され非課税扱いとなった^{26,117)}。

関係者の不断の努力により、蛍光誘蛾灯は急速に全国の圃場に普及した。昭和22年度の設置数は24,292灯、23年度は67,952灯、24年度は139,694灯に達し、3年間で全国10万灯の普及を目指した農林省の計画は達成された⁷⁰⁾。昭和25年夏までに、東芝製が約12万灯、他社製を含めると15万灯の蛍光誘蛾灯が全国各地の圃場に点った¹⁰⁸⁾。

6.3 蛍光灯産業の復興

戦後、運輸省鉄道総局(後の国鉄)は電車や客車の照明用に蛍光灯の導入を計画し、昭和21年9月に横浜線の電車(モハ63形)1両に蛍光灯8灯を試験的に取付けた¹¹⁸⁾。蛍光管は、戦時中に製造

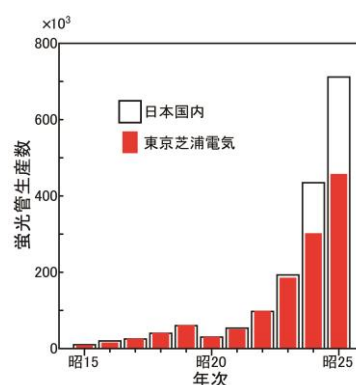


図18 蛍光管生産数の推移
(1940～45年の生産数は推定値、1950年の東芝の生産数は暫定値)
(日本電球工業会「電球類に関する主要調査統計」、
東芝レビュー「半世紀に於ける東芝技術の発達」より)

された20W昼光色蛍光管であった¹¹⁹⁾。昭和22年1月、東芝は青色蛍光管に続いて一般照明用の20W昼光色蛍光管の生産を再開した¹⁰⁸⁾。青色蛍光管の生産拡大に合わせ、昭和21年春から東芝大仁工場(静岡県田方郡大仁町、現・伊豆の国市)で蛍光誘蛾灯用電気器具の製造を開始した¹²⁰⁾。

戦中戦後における日本全体と東芝の蛍光管生産数を図18に示す^{121,122)}。戦後、生産数は急激な伸びを示し、昭和25年には71万個に達している。なお、終戦前の蛍光管製造は東芝と日本冷光電気の2社であったが、戦後は松下電器産業、新日本電気等の家電メーカー、三菱電機、日立製作所等の重電メーカー、東都電球、東光電気、聯合電球など電球製造会社が相次いで参入した¹⁰⁷⁾。東芝の資料によると、昭和21年3月～昭和24年9月に同社が製造した蛍光管の発光色別生産比率は、青色55.5%、昼光色39.0%、青白色3.1%、白色1.1%であった¹²¹⁾。一方、昭和24年10月～昭和25年12月における東芝蛍光管の発光色別生産比率は、昼光色48.5%、白色23.0%、青色10.5%、青白色5.3%で、昼光色や白色など一般照明用の需要が急伸している¹²¹⁾。蛍光誘蛾灯の急速な普及は、日本の照明産業を復興させるカンフル剤となった。生産設備の拡張と生産技術の向上によって、一般照明用蛍光管の需要拡大(工場や事務所、商店、鉄道車両など)に応える体制が整備されたと考えられる。昭和25年に71万個であった日本の蛍光管生産数は、5年後の昭和30年に1,580万個、昭和35年には3,878万個に達している¹²³⁾。

昭和23年当時の東芝製青色蛍光管の規格を表4に示す¹⁰⁶⁾。表中の「大きさ」は、蛍光管の消費電力の標準値である。20W型の仕様は初期の青色蛍光管と同等で(表3参照)、17W型は管長を短縮して定格電圧を95Vに下げている¹⁰⁶⁾。後者は、農村部の粗悪な配電線で多数の誘蛾灯に給電した際の電圧低下を想定して、新規に開発されたと考えられる。

表4 東京芝浦電気製青色蛍光管の規格(昭和23年)
(照明学会雑誌「蛍光誘蛾灯の現状」より、*点灯回路を含む)

形式	大きさ [W]	定格電圧 [V]	管長 [mm]	管径 [mm]	放電開始 電圧[V]	管電圧 [V]	管電流 [A]	全光束 [lm]	輝度 [cd/cm ²]	発光効率 [lm/W]	平均寿命 [hr]
FL-20B	20	100*	580	38	< 95	62	0.35	240	0.14	12.0	> 1000
FL-17B	17	95*	510	〃	< 90	55	〃	180	〃	10.6	〃

7. 青色蛍光誘蛾灯の量産

7.1 青色蛍光誘蛾灯の構造

戦後登場した蛍光誘蛾灯の構造を図19に示す¹⁰⁶⁾。初期に製造された東芝Ⅰ型は、2本の鉄棒で固定された上下のソケットで熱陰極型青色蛍光管を保持し、円筒形の点灯筐に安定器のチョークコイルとバイメタル電極式の点灯管を収めている。昭和23年度に導入された東芝Ⅱ型は、後述の定電圧器を付加した製品で、点灯管が蛍光管の上部に移動している。蛍光管不点の原因となる点灯管の異常を早期に発見し、その交換を容易にするための改良と考えられる。

冷陰極蛍光管を用いた蛍光誘蛾灯も製造された¹⁰⁶⁾。図19では、管径15mm、管長150cmの冷陰極青色蛍光管を三折りにしている。冷陰極蛍光管は、ネオンサイン管の内壁に蛍光体を塗布し、Neに代えてArとHgを封入する⁶⁸⁾。陰極はCuまたはFeの円筒で、陽イオンの衝突による陰極からの二次電子放出で放電を維持する。放電開始電圧が数百V以上と高く、点灯には漏洩変圧器が必要である。瞬時始動が可能で長寿命、低い電源電圧でも点灯できるが、熱陰極型に比べて放射光束が小さく、漏洩変圧器を含めた総合効率は低い⁶⁸⁾。

図20は東芝製熱陰極型蛍光誘蛾灯のカタログ^{124,125)}で、Aは昭和23年頃、Bは昭和26年の発行である。カタログAでは、電源電圧(100/200V)と電源周波数(50/60Hz)に応じた3品種がラインナップされ、定電圧器は別売りであった。20Wと17Wの青色蛍光管が全品種に適合した。三相200Vの配電線(動力線)から給電する200V用蛍光誘蛾灯は、抵抗式の安定

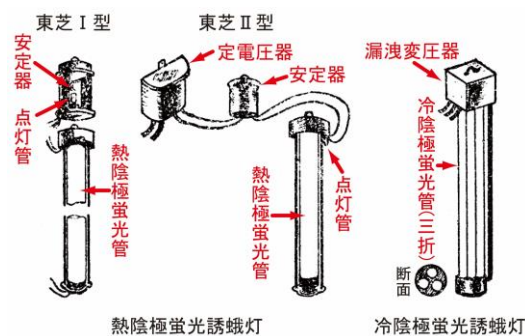


図19 蛍光誘蛾灯の構造
(照明学会雑誌「蛍光誘蛾灯の現状」の掲載図を修正)



図20 青色蛍光誘蛾灯カタログ表紙(東芝ライテック株式会社 提供)
A: 初期型(昭和23年頃), B: 定電圧回路内蔵型(昭和26年)

器で50/60Hz共用であった。表4に示すように、青色蛍光管の放電開始電圧(陰極予熱時)は95V以下で、200V用蛍光誘蛾灯はバラスト抵抗のみで始動が可能である。100V用はチョークコイル式安定器のため、周波数により規格が異なる。抵抗式安定器は、チョークコイル式に比べ安価で使用周波数の制限もないが、電力損失が大きく総合効率が低い。3年後のカタログBでは、5品種中4品種が定電圧回路を内蔵し、200V用でもチョークコイル式安定器を採用した製品が登場している。また、全品種で適合する青色蛍光管が20W型に限定され、17W型は旧型品種用の保守品となっている。

100V用のチョークコイル式安定器の規格は、起動時の短絡電流750mA、蛍光管放電時(電流350mA)のインピーダンス降下60.5~64.5V、電力損失5W以下であった¹²⁶⁾。当時のチョークコイルは、戦前と変わらず鉄心に無方向性熱間圧延珪素鋼板を用いていた¹²⁷⁾。飽和磁束密度と透磁率が高い方向性冷間圧延珪素鋼板¹²⁸⁾の採用により、小型で低鉄損の蛍光灯用安定器が実用化されたのは昭和35年頃である¹²⁷⁾。

7.2 性能試験

需要の急増に伴い、蛍光誘蛾灯の製造に参入する会社が相次いだ。昭和24年3月に蛍光誘蛾灯は非課税扱いとなり、熱陰極型蛍光誘蛾灯を製造する東芝、小糸製作所、帝国電気、神戸工業の4社、冷陰極型蛍光誘蛾灯を製造する中京電機、協新産業、東京ネオンの3社は、通商産業省から誘蛾灯資材の割当配当を受けた¹¹⁷⁾。小糸製作所は、戦前から鉄道・船舶・自動車・航空機向け照明装置の製造大手であったが、昭和21年12月に蛍光灯の試作に成功し、昭和23年1月に新規開発した定電圧器付蛍光誘蛾灯が農林省の指定を受け、販売を開始した^{106b)}。

同時期、農林省は蛍光誘蛾灯の改良と発達を目的に性能試験を計画した。同省の委託を受けた東京都電気研究所は、昭和23年7月~昭和24年11月に20社が製造した蛍光誘蛾灯と付属機器の性能試験を実施し、試験結果を照明学会誘蛾灯調査研究会に提出した^{117,129)}。試験対象は、東芝など先発社の製品と東光電気、川西機械製作所、朝日電子工業、三菱電機、奈蔵電機、島村工業等が製造した熱陰極型蛍光誘蛾灯、大日本塗料や共和蛍光電気等が製造した冷陰極型蛍光誘蛾灯であった^{112,117,129)}。試験は、(a)蛍光放電管の特性試験(電源電圧による光度変化の測定)、(b)定電圧器の性能試験(無負荷試験と負荷試験)、(c)青色蛍光管の光学特性試験(分光放射エネルギーと分光光束、光色の測定)、(d)蛍光誘蛾灯の安全試験(絶縁抵抗と絶縁耐力、温度上昇の測定)の4項目で実施された¹²⁹⁾。試験結果を元に、照明学会誘蛾灯研究会は蛍光誘蛾灯器具の規格化に向けた審議を開始した¹¹⁷⁾。

7.3 電力飢饉と定電圧器

昭和22年から数年に亘り、「電力飢饉」と呼ばれた深刻な電力不足が日本を襲った。火力発電の能力低下に冬季の異常渇水による水力発電の出力低下が重なり、電力の需給バランスが大きく崩れていた。当時、日本の火力発電は多くの問題を抱えていた。戦争末期の戦略爆撃で多数の大規模

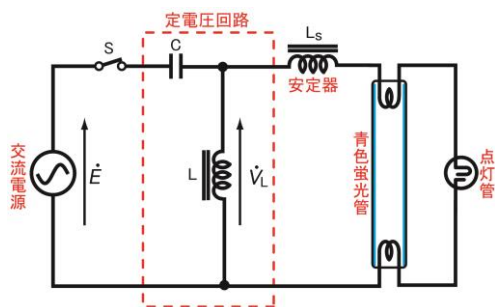


図21 定電圧器付青色蛍光誘蛾灯の回路図
(照明学会雑誌「蛍光誘蛾灯の現状」の掲載図を改変・修正)

火力が被災し、戦時中の酷使により発電設備の破損や劣化が進み、更に濫掘による炭鉱の荒廃で発電用石炭が不足し、石炭の品位も低下していた¹³⁰⁾。昭和22年11月は異例の渇水となり、全国平均で25%に及ぶ電力使用制限が行われ、休電日の設定による工場の操業停止や、配電線の遮断による一般家庭の夜間停電が横行された¹³⁰⁾。更に、電力消費の抑制を目的に配電用変電所で変圧器の結線替えを行い、100Vの配電電圧を50Vまで低下させる蠟燭送電も実施された^{131,132)}。

配電電圧の変動に対応するため、定電圧器を付加した蛍光誘蛾灯が登場した。図21は定電圧器付熱陰極型蛍光誘蛾灯の回路図で、鉄共振(ferroresonance)を応用した定電圧回路を備えている¹⁰⁶⁾。鉄共振は、鉄心の飽和特性によりインダクタンスが大きく変化するコイルとコンデンサによる特異な共振現象で¹³²⁾、図20に示す鉄心入りコイルLとコンデンサCの直列共振回路では、電源電圧 E が50～130Vの範囲で変動した場合に出力電圧 V_L をほぼ100V一定に調節できる¹³³⁾。

一方、冷陰極型蛍光誘蛾灯は、漏洩変圧器の一次巻線のタップ切換で配電電圧の変動に対応できるため¹¹²⁾、定電圧回路は不要であった。

7.4 取扱法と設置工事

図22は、熱陰極型蛍光誘蛾灯の標準的な設置例である¹⁰⁹⁾。設置方法と主な留意点(点灯時期を除く)を以下に示す。

- 1)水田5町歩に1灯の割合で設置する。
- 2)直径3尺(91cm)の水盤を水田面から3尺2寸(97cm)の高さに設置し、灯油または軽油を注ぐ。
- 3)誘蛾灯は配電小柱に取付けた腕木に固定し、蛍光管の下端を水盤の上縁から3寸(9cm)程度離す。
- 4)誘殺された蛾が水面を覆うため、水盤の清掃を毎日行って捕殺力を維持する。
- 5)誘引された蛾の一部は誘蛾灯周辺の稲に産卵する。誘蛾灯の周辺では、卵塊や葉鞘変色茎の除去、防除薬である煙草粉の散布を行って螟虫の被害を最小にする。

次に、蛍光誘蛾灯設置までの手続と準備を解説する¹¹²⁾。

- i)設置工事の申込みは配電会社の出張所で受け付ける。
- ii)県庁の農務課と農業協同組合の県連合会(特に購買連合会)に連絡することで、補助金や資材面の便宜が図られる。
- iii)誘蛾灯本体、水盤、取付材料、電線は農業者が用意する。
- iv)電線の入手は困難で、各県の農林省資材調整事務所に指定生産財切符を発券してもらう以外に方法はない。電線

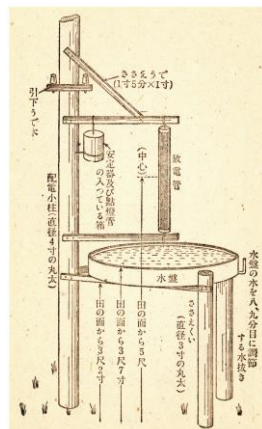


図22 青色蛍光誘蛾灯の設置例
(農民叢書「蛍光誘蛾灯」より)

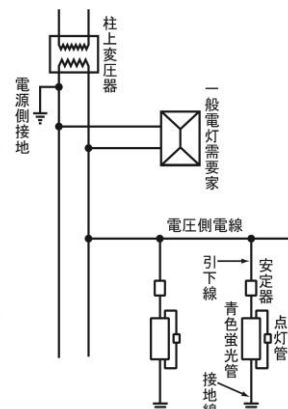


図23 大地利用単線式配線
(「内線規程十三版解説」の掲載図を修正)

の品種と数量が決定したら、直ちに申請を行うこと。

昭和22年5月当時、東芝製蛍光誘蛾灯一式(青色蛍光管、金属缶入りの点灯管と安定器、点灯スイッチ等)の公定販売価格は約600円、定電圧器は620円であった¹⁰⁹⁾。また、深刻な電線不足を背景に蛍光誘蛾灯用の配電線も簡略化された。図23は、関東配電の内線規程(電気工事の技術基準、昭和24年改訂)に掲載された大地利用配電方式である¹³⁴⁾。対象は負荷電流0.4A以下の蛍光誘蛾灯で、AC100Vの一般電灯配電線から分岐した単線で給電する。電路の一部に大地を利用するため、電線に加えて碍子等の資材も節約できる。同社は、白熱電球を用いた誘蛾電灯には大地利用配電を認めていない¹³⁴⁾。誘蛾電灯1灯当りの負荷電流は約0.6Aであるが、蛍光誘蛾灯に比べて設置密度が高く、柱上変圧器直下の接地抵抗による損失と電圧降下が過大になるためと推察される。

図23(a)は昭和26年に撮影された熱陰極型蛍光誘蛾灯の写真で、撮影地は不明である。誘蛾灯は畦道に沿った水田上に設置され、方形の水盤は標準(水田面から約1m)より高い位置に置かれている。配電小柱に2個の曲捻込碍子(カップ碍子の一種)¹³⁵⁾と磁器製の街灯スイッチを取付け、雨除けのソケット覆いが付いた蛍光放電管と、安定器と点灯管を収めた点灯筐を腕木から吊り下げている。

図23(b)は昭和27年発行の写真集⁹⁰⁾に掲載された冷陰極型蛍光誘蛾灯で、撮影地と撮影年は不明である。水盤は方形で、畦道と水田の境界に設置されている。蛍光誘蛾灯の上部(円筒部分)は漏洩変圧器、下部は三折の蛍光放電管で、配電小柱に取付けた2本の腕木で固定している。また、腕木を支える斜め材の両側に特カップ碍子¹³⁵⁾を取付けて、低圧配電線からの引下線と誘蛾灯を接続している。

曲捻込碍子と特カップ碍子は、架空配電線を木造家屋に引込む際に使用する低圧碍子で、雨露に曝される場所で使用するため、木材に捻込む鉄製のピンや木ネジが絶縁性に優れた硫黄で磁器に固定されている¹³⁵⁾。通常、特カップ碍子は家屋の軒下に逆さまに取付けるが、図23(b)の設置例では碍子の木ネジ部分が雨水が侵入して絶縁性が低下する。物資と人材の不足を背景に、当時の農村では安全への配慮を欠いた杜撰な電気工事が横行していた可能性が高い。

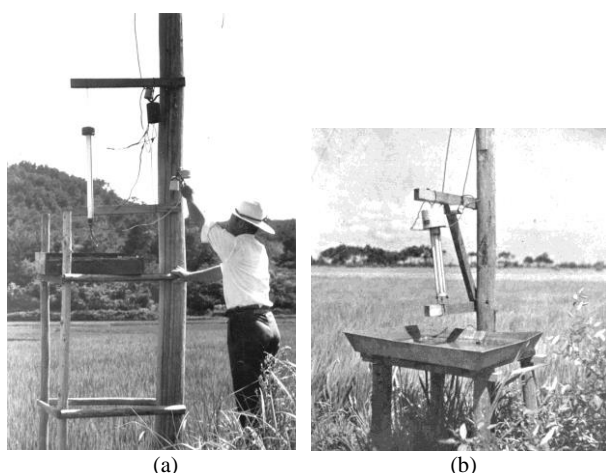


図23 水田に設置された青色蛍光誘蛾灯

a:毎日新聞社提供(昭和26年撮影), b:岩波書店提供 岩波写真文庫「米」より

8. GHQによる使用中止勧告

8.1 昆虫捕集試験

GHQ/SCAP傘下の天然資源局(NRS: Natural Resources Section)は、日本の農業、林業、漁業、鉱業(地質、水資源を含む)に関する施策・活動について最高司令官に報告・助言することが任務で、農地改革の指令原案も起草した¹³⁶⁾。NRS農業課科学顧問のRaymond Roberts(元Texas州農事試験場昆虫担当官)^{137,138)}は、農林省に害虫防除についての助言や指示を与えていた。Robertsはニカメイガに対する蛍光誘蛾灯の防除効果に懐疑的で、昭和23年に岡山県立農事試験場に委託して稲藁積にDDTやBHC(benzene hexachloride)の乳剤を散布する防除試験を開始している¹³⁹⁾。

昭和23年春、農林省農政局は蛍光誘蛾灯の効果に関する基礎資料作成のため、九州大学農学部江崎悌三教授と愛媛県立農林専門学校(以下、愛媛農専)の石原保教授に蛍光誘蛾灯に誘引される昆虫の種類と頭数の調査を委託した¹⁴⁰⁾。江崎教授と安松京三助教授が率いる九大農学部昆虫学教室では、福岡県筑紫郡二日市町(現・筑紫野市)の福岡県立農事試験場の水田に東芝製蛍光誘蛾灯を設置して試験を行った^{140,141)}。水盤で捕殺した昆虫を翌日調べる従来の方法では昆虫種の同定が困難で、水盤に落ちずに逃亡する虫も多い。そこで、水盤に石油を滴下せず、点灯から午前0時まで2,3名の観察者が誘蛾灯に誘引された昆虫を可能な限り捕集した¹⁴¹⁾。しかし、人員不足のため連日の捕集はできず¹⁴²⁾、昭和23年6月28日～10月21日の期間に計19回の夜間捕集を実施した¹⁴⁰⁾。一方、石原保教授が率いる愛媛農専では、果樹園に隣接した水田に蛍光誘蛾灯を設置し、捕殺装置を翌朝確認して昆虫を分類・整理する方法で、計51回の捕集試験を実施している^{26,140)}。

九大による捕集試験では、全捕集昆虫194,029頭の90%近くが甲虫のガムシ類で、甲虫類には捕食性のハネカクシやゴミムシも多く含まれていた¹⁴⁰⁾。一方でニカメイガは237頭、イッテンオオメイガは110頭に留まった。悪天候のため螟蛾発生最盛期に十分な捕集試験を実施できなかったことが原因であった。ニカメイチュウの天敵・寄生蜂のキバラ

アメバチは50頭で螟蛾の捕集頭数に比べはるかに少なく、螟虫卵に寄生するズイムシアカタマゴバチは捕集されなかった^{140,141)}。なお、図3(a)に示す雌のイッテンオオメイガの標本ラベルには「KYUSHU 二日市 4.IX.1948」と記され、試験期間中の昭和23年9月4日に捕集された個体と推定される。

8.2 NRS報告書

昭和24年2月、NRSは九大の捕集試験の結果を分析した蛍光誘蛾灯の効果に関する週報(NRS Weekly Summary No.174)を提出した¹⁴²⁾。同報告書に掲載された捕集昆虫の分類と捕集頭数を表5に示す^{140,142,143)}。有益(益虫)、有害(害虫)、中立の区分はNRSが独自に判定した。なお、報告書の作成時に愛媛農専の試験結果は届いていなかった¹⁴²⁾。NRSによる分析結果の要約を以下に示す。

- 1)捕集された昆虫の92%以上が腐食性か肉食性、または寄生性の益虫である。
- 2)最大の捕集昆虫(165,552頭)は小型肉食性水生甲虫のガムシで、ゲンゴロウなど大型種も多数捕獲された。
- 3)益虫の殆どは肉食性水生甲虫で、水田地帯では蚊の幼虫を捕食する重要種である。また、腐食性の昆虫は水田の水の汚染防止に大きな役割を果たしている。
- 4)ニカメイガとサンカメイガの捕集頭数は237と110で、全捕集昆虫の0.02%未満であり予想された螟蛾の捕集頭数2,415を大きく下回った。

ここで、螟蛾の予想捕集頭数は誘蛾灯の有効範囲と水田の平均的な虫害率から試算した頭数と推測される。そして、NRSは次のように総括している¹⁴²⁾。

- i)米国の昆虫学者によれば、誘蛾灯による昆虫防除は基本的理論が確立されておらず、米国では予察灯以外の誘蛾灯の使用を中止している。
- ii)日本は誘蛾灯の価値を確定する研究を行わず、昆虫の捕集力を高める研究のみを行ってきた。日本の昆虫学者は螟虫防除用の誘蛾灯の開発を続け、その種だけを観察し残りの捕集物を無視している。日本は、年間数百万円を投じて新しい誘蛾灯の設置を続けている。
- iii)今回の捕集試験により、蛍光誘蛾灯が捕集する昆虫の殆

表5 青色蛍光誘蛾灯で捕集された昆虫の分類と頭数
(NRS Weekly Summary No.174「Efficiency of Insecticide Light Trap」より)

昆虫種	捕集頭数		
	有益	有害	中立
鞘翅目(甲虫類)	176,320	1,370	360
半翅目(カメムシ、ウンカ)	1,816	601	0
同翅目(アブラムシ、ヨコバイ等)	0	2,416	0
双翅目(ガガンボ、ユスリカ等)	4	2,686	1,283
鱗翅目(ガ)	0	3,586	0
膜翅目(ハチ、アリ類)	100	2,308	16
毛翅目(トビケラ)	883	0	0
直翅目(バッタ、コオロギ)	0	137	0
蛭蟥目(カゲロウ)	116	0	0
等翅目(シロアリ)	0	9	0
革翅目(ハサミムシ)	0	3	0
蜻蛉目(トンボ)	2	0	0
脈翅目(アミメカゲロウ)	1	0	0
襀翅目(カワゲラ)	1	0	0
合計	179,243	13,116	1,659

どが益虫で、螟蛾等の害虫の誘殺効果は低く無意味であることが明らかとなった。

昭和24年4月、NRSは愛媛農専の試験結果を分析した週報(NRS Weekly Summary No.183)を提出した¹⁴⁴⁾。同報告書は、全捕集昆虫258,882頭の内73.9%が益虫で、18.9%が害虫と断定している。捕集されたニカメイガは2,926頭で全体の1.58%に留まり、イッテンオオメイガは捕集されなかった。螟虫の寄生蜂キバラアメバチは507頭が捕集された。九大による試験結果と合わせ、NRSは蛍光誘蛾灯による螟蛾の捕集は少量で、益虫を捕獲する割合が高く有効性は非常に疑わしいと結論付けた。また、誘蛾灯によるニカメイチュウの防除は無意味であり、農林省に対し誘蛾灯の推奨を止めこれ以上の設置を中止すること、昭和24年6月30日以降は誘蛾灯取付用の資材を割り当てないことを勧告した。更に、農林省に対してDDTやBHCを用いたニカメイガの防除試験を重視し、可及的速やかにこれら農薬の効果的で経済的な使用方法を決定すべきと提案している¹⁴⁴⁾。

誘蛾灯の有効性を認めないNRSと蛍光誘蛾灯の設置を推進する農林省の対立と交渉の過程、混乱する地方農政の状況については、石倉秀次氏の著作「誘蛾灯史」²⁶⁾に詳しい記述がある。石原氏は東京帝大鍋木教授の門下生で、戦中戦後に愛媛農専で蛍光誘蛾灯の試験に従事した⁹⁹⁾。

8.3 地方軍政部の動きと新聞報道

蛍光誘蛾灯が非課税扱いとなった翌日、昭和24年3月16日に米国極東軍管轄下の地方軍政部隊である九州軍政本部(Kyushu Military Government Region)の司令官S. C. Hilton大佐¹⁴⁵⁾は、統括する九州8県の軍政部に対し「NRS週報第174号に注意せよ」との電報を発信した²⁶⁾。

昭和24年5月24日、小倉市(現・北九州市)の朝日新聞西部本社が発行する日刊紙に、熊本発の衝撃的なニュースが掲載された(図24参照)¹⁴⁶⁾。前日の5月23日に熊本軍政部が県内の農家に対し労力、経費、電力を浪費する誘蛾灯の使用中止を勧告したとする記事であった。紙面では九州大学の江崎・安松両博士らの研究に触れ、誘蛾灯が誘殺する昆虫の約92%は益虫で螟蛾は0.02%しかなく、誘蛾灯を使用しないことが得策と断定している。また、食糧増産を目的に熊本県が誘蛾灯の設備費500万円を支出予定であること、軍政部の

勧告に驚いた県が調査を開始することを併せて報じている。昭和22年と翌23年、九州の稲作はニカメイチュウによる甚大な被害を受け、地域によっては大幅な減収となった¹⁴⁷⁾。よって、新聞報道の時点で熊本を含む九州内の複数の県庁が蛍光誘蛾灯の増設を計画していた可能性が高い。

翌5月25日、福岡県内を販売エリアとする夕刊紙「夕刊フクニチ」は、「誘蛾灯は果たして有害か」と題した検証記事を掲載した¹⁴⁸⁾。NRSのRobertは2年前から誘蛾灯は無益だと廃止論を唱えていたこと、九大と愛媛農専の試験結果を受けてNRSは6月30日付で蛍光誘蛾灯関連の指定生産資材(誘蛾灯本体や電線等)の配給を停止し、稲藁に潜む螟虫を防除するDDTやBHCの使用普及を農林省に指示したことを報じた。一方で、誘蛾灯で捕集した昆虫を簡単に益虫・害虫に分けたことや、稲藁を家畜の飼料や加工品に使用する日本で農薬の散布が適当かなどNRSの判断に疑問を呈している。そして、福岡軍政部と福岡県の緊急協議の結果、以下の合意が得られたと報じている。①今年度第1四半期分までの資材で点灯可能な蛍光誘蛾灯は既設と見做す、②電力事情が悪化しない限り、既設蛍光誘蛾灯の点灯を認める、③資材購入契約の既済分は設置工事の継続を認める、④今後、農家の自主的意志によるもの以外、誘蛾灯設置を奨励しない。

夕刊フクニチの記事から、九州地方軍政本部はNRS週報第174号と第183号の内容を踏まえた上で、九州各県の県庁に蛍光誘蛾灯の使用中止を勧告したことが分かる。6月以降、九州軍政本部高官による「誘蛾灯は無用の長物」、「誘蛾灯は有害無益、全国的に中止を」などの発言が、地方紙や全国紙の紙面に相次いで掲載された²⁶⁾。新聞各社の報道を受けて、九大の江崎教授と安松助教授には農業関係者から質問や苦情が殺到した。後日、両氏は農業雑誌への寄稿で「捕集した昆虫の殆どは生活史や生態が不明で、有益・無益を簡単に決定できない。水田に棲息する螟蛾の何%を誘殺したかが重要で、螟蛾1頭に対し益虫10頭が捕殺されても蛍光誘蛾灯が有害とは言えない。農家の経営上、既設の誘蛾灯は十分に活用すべきである」と述べている^{140,141)}。

使用中止勧告直後の昭和24年6～9月、中国配電は広島大学、中国生物同好会、広島県三次高^{みよし}等高等学校生物部の協力を得て、三次市の水田で蛍光誘蛾灯による昆虫捕集試験を実施した¹⁴⁹⁾。結果、捕集頭数の29～35%が螟蛾を含む農業害虫であった。同社は山林や桑畑でも捕集試験を実施し、害虫捕殺効果の高い蛍光誘蛾灯を再評価すべきと主張した¹⁴⁹⁾。

昭和24年7月1日、NRSや通商産業省と協議を続けていた農林省は、蛍光誘蛾灯に関し以下の通達(24農局第2000号)を行った²⁶⁾。①蛍光誘蛾灯によるニカメイチュウ防除の効果は未確定で、大規模な設置計画を継続することは得策とは言えず、新設分の製造資材の割当は6月30日付で中止する、②既設の蛍光誘蛾灯(6月末までの資材割当分を含む)については、石油と資材の配当を継続する。

結果、農林省が食糧増産の切り札として昭和20年10月に開始した蛍光誘蛾灯の増設計画は僅か4年で終焉し、日本における螟虫防除法の中心は物理的手法から化学的手法(農薬散布)へと移行していった。



図24 誘蛾灯に関する熊本軍政部の勧告を報じた新聞
(朝日新聞西部本社版 昭和24年5月24日)

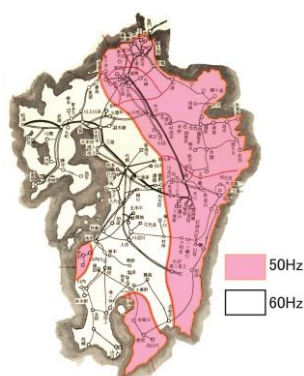


図25 九州の主要送電網と電源周波数の分布(昭和24年初頭)
(「九州周波数統一史」の掲載図を改変)

8.4 九州の電力事情

昭和24年5月24日の新聞報道の直後、九州軍政本部は5月30日と6月13日に九州配電の社員を呼び出し、蛍光誘蛾灯の取扱いに関する指示を行った¹⁵⁰⁾。「指示に違反すれば、経済調査員による調査を行い厳重に処罰する」という厳しい内容であった。また、福岡県農政課に対しても「九州配電による誘蛾灯用の特別配電は許可しない」と圧力を掛けている²⁶⁾。九州軍政本部が蛍光誘蛾灯の使用中止を執拗に求めた背景に、九州の特殊な電力事情があったと考えられる。

図25は、昭和24年初頭における九州の主要送電網と電源周波数の分布である^{151),152)}。明治後期から大正初期に創立された複数の電力各社による個々の電源開発と長距離送電網の建設、熾烈な供給区域拡大競争の結果、北九州工業地帯と筑豊炭田を含む東九州は50Hz、福岡市や筑後地方を含む西九州は60Hzに分断されていた¹⁵³⁾。また、負荷の時間変化を表す日負荷曲線は、炭鉱や重工業が集中する50Hz系統は昼間に、化学工業と一般電灯負荷の多い60Hz系統は初夜(18～22時)にピークを持ち、尖頭負荷時間帯が大きく異なっていた¹⁵²⁾。周波数変換機による系統間の電力融通には限界があり、非効率な運用を強いられていた。なお、関門海峡を隔てた山口県など中国地方の電源周波数は60Hzであった。

昭和21年夏、九州は慢性的な火力発電の出力不足と渇水による水力発電の出力低下で深刻な電力不足に陥った¹⁵²⁾。排水ポンプなど保安電力が常時必要な炭鉱は電力制限の対象外で、北九州工業地帯では停電に伴う工場の操業停止が頻発した。緊急対策として筑豊炭田に点在する炭鉱自家用火力発電所を活用する自家用動員が行われた¹⁵⁴⁾。昭和21年9月、需要家毎に使用電力量を割当てる九州地区緊急使用制限が発動され、超過使用分には高額な電気料金が課せられた¹⁵²⁾。更に昭和22年3月の異常渇水では北九州工業地帯で20日間の電力緊急制限が行われ、工場の操業停止が続発した¹⁵²⁾。応急措置として一部工場で周波数変更工事を行い、昭和20年12月に竣工した関門幹線(関門海峡を跨ぐ架空送電線、110kV 1回線)で本州からの救援電力(60Hz)を受電した¹⁵²⁾。全国有数の産炭地で鉄鋼生産の一大拠点である北部九州の電力不足は、日本の戦後復興の大きな足枷となっていた。

昭和24年12月13日、九州の電源周波数を60Hzに統一する閣議決定が行われ、第1期九州周波数統一工事(昭和24年12

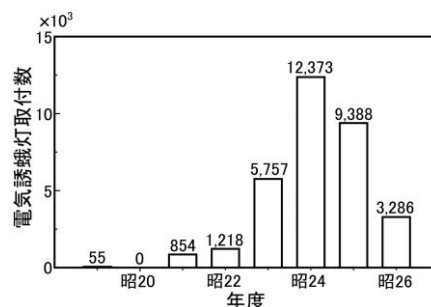


図26 九州における電気誘蛾灯取付数の推移
(九電「誘蛾灯としての青色蛍光灯について」より)

月～昭和26年6月)が開始された¹⁵²⁾。電気事業者の日本発送電と九州配電は火力発電所の蒸気タービンや発電機の改造、水力発電所の水車ランナー取替、変電設備の増設、送電線の新設等を実施し、需要家側も自家用火力発電所の廃止や更新、電動機の改造や取替、大型機械のギア交換を行った。

九州軍政本部が蛍光誘蛾灯の増設中止を勧告したのは、正に九州周波数統一工事の開始前夜であった。休電日の指定など厳しい電力割当により工場生産が停滞する中で、九州軍政本部はNRSが「電力の浪費」と指弾する蛍光誘蛾灯の利用拡大を看過できなかったと推察される。

8.5 その後の青色蛍光誘蛾灯

図26は、九州8県における電気誘蛾灯取付数の推移で¹⁵⁰⁾、中国地方も同様の傾向を示している¹⁵⁵⁾。図中の取付数は約98%が蛍光誘蛾灯、残り2%は白熱電球を用いる誘蛾電灯である。戦後、農林省による蛍光誘蛾灯の設置助成が始まった昭和21年から電気誘蛾灯の取付が再開し、昭和23年は取付数が急増して5千灯を超えている。昭和24年は、NRSの使用中止勧告にも拘わらず1万2千灯以上と倍増した。先述のように、昭和22年と翌23年はニカメイチュウの被害が深刻で、これが取付数急増の理由と考えられる。一方、昭和25年以降は取付数が漸減している。資材割当の廃止や普及指導の中止、昭和25年6月の朝鮮戦争勃発による物価暴騰と農事用配電線の盗難頻発が影響したとされている¹⁵⁰⁾。昭和28年3月に九州電力小倉営業所管内で開催された農事電化の座談会で、複数の農協組合長が「有害灯とする専門委員の見解と設備の盗難により、誘蛾灯は潰滅した」と証言している¹⁵⁶⁾。

8.6 農薬による防除と螟蛾発生数の減少

昭和22年、和歌山県立農事試験場で行われた農林省の指定試験で、サンカメイチュウの防除におけるDDTの有効性が確認された^{99),157)}。苗代田にDDT乳剤を散布して孵化幼虫が稲苗に侵入する前に殺し、二化期以降の発生を大幅に抑制する方法であった。その後、難分解性のため残留農薬となったDDTの食物連鎖による生体濃縮や内分泌攪乱作用が問題となり、日本では昭和46年に製造と使用が禁止された¹⁵⁸⁾。

昭和26年7月、農林省中国・四国農業試験場四国支場における試験で有機リン系殺虫剤のパラチオン(Parathion, diethylparanitrophenyl-thiophosphate, 商品名Folidol)がニカメイチュウの防除に有効であることが判明した^{26),159)}。パラチオンは

浸透性が高く孵化後に稲の茎内に侵入した幼虫も殺すことができる⁹⁵⁾。本農薬はサンカメイチュウにも有効であったが、人畜に対する毒性が強く中毒事故が多発した¹⁶⁰⁾。その後、低毒性の有機リン剤が実用化されると、パラチオンは昭和44年に日本国内での製造が中止され、昭和46年に使用禁止となった¹⁵⁸⁾。

ニカメイガは昭和43年頃から発生数が急減し、イッテンオオメイガも昭和53年以降はほぼ発生が見られず¹⁶¹⁾、両種は地域によっては絶滅危惧種に近い状態となった¹⁶²⁾。発生数減少の要因として、稲茎が太くなる多肥栽培の見直し、細茎品種の作付け、機械移植による苗の集中管理、コンバイン収穫による稲藁の裁断と埋込みなど、螟虫の発育や越冬に適さない栽培方法の普及が挙げられている¹⁶²⁾。

9. 青色蛍光誘蛾灯の再評価

9.1 利用の継続

複数の文献が、「GHQ/SCAPの使用中止勧告を契機に蛍光誘蛾灯による害虫防除は急激に衰退し、日本の稲作は農業依存型の農業に転換した」と記している^{35,70,163)}。しかし、図20(b)に示す東芝の蛍光誘蛾灯カタログは昭和26年4月の発行で、使用中止の勧告後も農家向けの商品として一定の需要があったことが分かる。また、昭和40年の電気事業要覧¹⁶⁴⁾では電力9社の農事用電力契約種別に誘蛾灯の項目があり、積算電力計が不要な使用期間限定の定額灯として低廉な電気料金が設定されている。誘蛾灯用電気料金プランの存在は、蛍光誘蛾灯の利用が継続していたことを示唆している。

9.2 宮城県内の事例

以下は、宮城県における蛍光誘蛾灯の再評価と普及の経緯である。昭和23年から翌年にかけての冬期、宮城県は71年ぶりの暖冬となった²⁾。天候異変から虫害の多発を予測した県北部の栗原郡金田村(現・栗原市)は、農業協同組合(以下、農協)と農業共済組合(以下、共済組合)の役員と各地区の代表による誘蛾灯設置実行委員会を設立した²⁾。山間部に位置する金田村はこれまでニカメイチュウの害は殆どなく、ウンカの被害が甚大であった¹¹¹⁾。同委員会は宮城県内初の蛍光誘蛾灯設置の趣意書を纏め、設置箇所の測量や請負工事の契約等を進めた。設置費用48万円の内10万円を金田村の農協と共済組合が助成した²⁾。昭和24年8月16日、約250町歩の水田に65灯の蛍光誘蛾灯が点灯された。誘殺した害虫の量は、1灯1夜当たり平均3升(5.4ℓ)に及んだという。

金田村の成功に刺激された栗原郡宮野村(現・栗原市)の共済組合は、水田約240町歩に蛍光誘蛾灯40灯の設置を計画した²⁾。同組合と農協は昭和25年1月上旬から組合員への啓蒙活動を行い、2月には設置計画への賛同と負担金醸出の承認を得ている。4月上旬、共済組合と農協、村役場による建設委員会が設置され、5月10日に工事に着工し同15日に完成した。設置費用は46万円で1反当りの負担金は192円であった。5月16日に苗代田での点灯を開始したが、一部を除き苗代の消毒は行わなかった。6月15日から本田全面に35灯を点灯し、8月上旬に5灯を増設した。蛍光誘蛾灯の効果は絶大で、苗

代田では1化期のニカメイガの大半が誘殺され、2化期の発生数も減少して出穂時には被害が殆ど見られなかった。ウンカの被害も僅少で、ヒメコガネやハンミョウ類の誘殺数も多く畑作の豆類も虫害は僅かであった。

9.3 誘蛾灯記念碑

昭和26年8月、宮野村有志により陸羽街道(国道4号線)沿いの宮野村沖に誘蛾灯記念碑(図1参照)が建立された¹⁶⁵⁾。記念碑は、国道の拡幅工事等の影響で昭和50年代以降に現在地に移設されたと推察される^{166,167)}。自然石を加工した石碑で、最大高さ207.5cm、幅64cm、厚み13cmである。以下に碑文を示す(原文ママ、関係者の氏名一覧は除く)。

誘蛾灯記念碑

我が宮野村ハ人口ニ比シテ耕地面積狭ク地味亦肥沃ト云ヒガタイ然ルニ殆ト毎年ノー迫川ノ洪水以外ニ害虫発生ノ被害ニヨル米穀ノ減収モ莫大ナモノデソノ都度対策ハ構ゼラレタガ効果ハ充分トハ云イ得ナクッタ特ニ昭和廿三年同廿四年ノ暖冬異変デウンカ其他ノ虫害ハ予想以上デコレガ徹底的防除策ヲ構ジテ国策ニ添フベク苦心企画サレタノガ恒久的ナ蛍光誘蛾灯デアツタソコデ昭和廿五年二月下旬宮野村農業共済組合ガ先進地ヲ視察検討シ先覚者ニ聴キ同四月上旬挙村一致協力建設委員ヲ挙ゲ建設資金ヲ醸出シテ工費四十六万円デ工事一切ヲ迫電業所ニ請負ハセ同年五月十日着工同月十六日竣工ヲ見タ全村一円ニ清澄ナ青色蛍光誘蛾灯四十灯ニ点火点綴セラレタ刹那ノ美観ト感激ハ永ク忘レルコトノ出来ナイモノデアツタコヽニ於テ本村ノ水田二六五町ノ内二四〇町歩ハ蛍光灯ニヨリ発芽直後ノ苗代ヨリ刈取直前ノ結実マデ守ラレト同時ニ畑作ノ害虫マデ駆除シ食糧増産ニ重大ナ役割ヲ果シソノ効果見ルベク県下各地ヨリ視察者ヲ迎ヘ累年施設ヲ倣フモノアルニ至ツタ本県三百町村ニ卒先全村ニ本格的誘蛾灯ヲ設置シタ所以ノ大畧ヲ後人ニ傳フルタメ紀年碑ニ記シ置クモノナリ

昭和二十六年八月

地味に恵まれず長年天災や虫害に苦しめられた宮野村の人々の蛍光誘蛾灯設置に掛ける意気込みと、個人負担を伴う事業を挙村一致で成し遂げた誇り、予想を超える成果に対する喜びが伝わってくる。

碑文には、「工事一切を迫電業所に請負わせ」とある。7.4節に記したように、誘蛾灯の設置工事は電力会社の出先機関に申請するため、迫電業所は東北配電の出先機関と考えられる。九州配電の場合、地域密着型のサービス機関として各営業所の下に複数の電業所を配置した¹⁶⁸⁾。電業所の業務は電気工事の受付、不点事故修理、配電線の巡視、屋内配線の点検、需要家の電気用品試験、電力量計の検針、現収(電気料金の受取)、電球引換と電球の販売など多岐に亘っていた¹⁶⁸⁾。東北配電も営業所の下に電業所を配置したが、宮城支店内の電業所は仙台営業所の岩沼電業所と古川営業所の鳴子電業所の2ヶ所で、迫電業所は存在しない¹⁶⁹⁾。一方、宮野村に隣接する栗原郡一迫町(現・栗原市)には東北配電

の一迫営業所があり¹⁷⁰⁾、碑文の「迫電業所」は同営業所の通称であった可能性がある。

9.4 新たな普及

昭和26年度の全国の電気誘蛾灯設置数は約6万4千灯(内85%は蛍光誘蛾灯)で、昭和24年度の半分以下であった¹¹¹⁾。螟虫発生率の高い西日本(香川、兵庫、広島、山口)の設置数は依然高いものの、電線の盗難や工事費の値上り、新型農薬の登場により減少傾向が続いていた。他方、北海道や東北地方の一部では、蛍光誘蛾灯の設置数が増加した¹¹¹⁾。気候の温暖化によりニカメイガの発生分布が北方に移動し、従来殆ど被害がなかった北海道でも道南を中心に被害が拡大した。宮城県と新潟県は蛍光誘蛾灯を最善の害虫防除法と判断し、助成策を講じて設置を推進した。

昭和25年度に蛍光誘蛾灯を導入した宮野村は、村内に置かれた宮城県病害虫発生予防試験所と協力して集団点灯の効果を調査し、「蛍光誘蛾灯の効果は顕著である」と報告した¹¹¹⁾。優れた害虫防除効果を認めた宮城県は、昭和26年度から蛍光誘蛾灯の施設助成金を計上し、宮城県農業共済組合連合会も助成を行った¹¹¹⁾。栗原郡から始まった蛍光誘蛾灯の利用は県内各地(刈田、伊具、柴田、名取、宮城、黒川、志田、玉造、遠田、登米、桃生、牡鹿、本吉の各郡町村と古川市)に拡大し^{171,172)}、一部では昭和30年代後半まで点灯が続いたとされる¹⁷²⁾。

表6は、農業電化協会が纏めた昭和24～27年における宮城県内の蛍光誘蛾灯設置数である¹⁷²⁾。宮城県の助成制度が始まった昭和26年度以降に、設置数が急増している。ここで、受益面積は誘蛾灯の有効範囲内にある圃場や山林の総面積と考えられる。宮城県では、農作物に加えて森林の害虫防除にも蛍光誘蛾灯が用いられた¹⁷²⁾。一方、表7は東北電力宮城支店における誘蛾灯用電灯契約の推移¹⁷³⁾で、昭和26～36年度の誘蛾灯灯数と、昭和36～42年度の誘蛾灯用電灯契約の口数を示す。灯数は白熱電球を用いる誘蛾電灯を含むため、表6の蛍光誘蛾灯設置数とは一致しない。なお、昭和36年度は灯数と契約口数の両方が記録され、1口の電灯契約で複数の誘蛾灯を設置するケースが多かったことが分かる。宮城県では、農薬の普及により水田での蛍光誘蛾灯の使用が途絶えた後も、果樹園や山林等では利用が続いていた可能性がある。

表6 宮城県における蛍光誘蛾灯設置数の推移
(「日本農業電化の展望」より)

年度	設置 町村数	設置数	受益面積 (町歩)
昭24	1	64	380
昭25	2	94	850
昭26	6	240	1,826
昭27	19	812	4,655

表7 東北電力宮城支店における誘蛾灯用電灯契約の推移
(「宮城県統計総覧」より)

年度	誘蛾灯 灯数	年度	誘蛾灯 契約口数
昭26	580	昭36	235
昭27	1005	昭37	272
昭28	1305	昭38	284
昭29	1513	昭39	200
昭30	1630	昭40	245
昭31	1240	昭41	314
昭32	1209	昭42	102
昭33	796		
昭34	809		
昭35	492		
昭36	406		

9.5 東北地方の電力事情と台風被害

金田村における蛍光誘蛾灯の点灯開始は昭和24年8月中旬で、NRSが設定した昭和24年6月30日の期限前に、電線など誘蛾灯設置用資材の割当を受けていた可能性が高い。一方、宮野村の誘蛾灯設置計画が具体化したのは昭和25年2月で、農林省や宮城県の下承なしに蛍光誘蛾灯や配電用資材を手配できたとは考え難い。しかも、NRSや宮城民事部(昭和24年7月1日付で府県軍政部は民事部に名称変更)¹⁷⁴⁾が、蛍光誘蛾灯をめぐる宮城県内の動向に干渉した形跡もない。

昭和23年9月中旬に襲来したアイオン(Ione)台風によって東北地方は大きな被害を受け、栗原郡では一迫川を含む複数の河川が氾濫し、宮野村も大きな被害を受けた¹⁶⁵⁾。甚大な農業被害からの復興には米の増収が必要で、害虫防除のため蛍光誘蛾灯の設置を計画した宮野村に対し、農林省は特例として資材の割当を認めた可能性がある。

また、産炭地を擁し火力発電への依存度が高い九州と異なり、大川や湖沼の多い東北地方は水力発電の比重が高く、戦前からの積極的な電源開発も奏功して、昭和23年以降は東北配電の需給バランスは安定していた¹³¹⁾。また、東北地方における電源周波数の統一(50Hz)は昭和21年までに完了している¹⁵²⁾。GHQ/SCAPは「1万灯を優に超える九州の事例に比べ、百灯程度の消費電力は問題ではない」と、宮城県での蛍光誘蛾灯の設置を黙認したのかもしれない。

10. おわりに

平成19年3月、私はネットの古書店で昭和24年発行の農家向け手引書「蛍光誘蛾燈」¹⁰⁹⁾を購入した。粗末な紙に印刷された僅か30ページの小冊子で、渦を巻く水面に翅を広げた蛾が漂う表紙絵が印象的だった(図17参照)。夏の夜に郊外店の軒先で青白い光を放つ誘蛾灯(電撃殺虫器)を見たことはあった。横溝正史の短編「誘蛾燈」や速水御舟の日本画「炎舞」の影響で、誘蛾灯には怪しく儚いイメージを抱いていた。しかし、その古びた冊子には二化螟虫、三化螟虫、葉鞘変色茎と未知の農業用語が並び、青色蛍光管の点灯回路や点灯管、安定器の動作解説まで載っていた。直管型蛍光灯を垂直に吊り下げた蛍光誘蛾灯の特異な構造は、20年程前に南阿蘇の観光りんご園で目にした防蛾灯(アケビコノハなど吸蛾類⁸⁾の被害を防止する黄色蛍光灯¹⁷⁵⁾を想起させた。

北九州市近郊の兼業農家で育った私にとって、電気を利用した水稻害虫の防除法は新鮮な驚きだった。小学生の頃、自宅周辺には多くの水田があり、夏には空散(農薬の空中散布)のヘリコプターが低空で飛行した。工場勤務の傍ら稲作を続ける母も、粉剤を詰めた動力散布機を背負って水田に向かった。帰宅した母が「マスクの隙間から少し農薬を吸い込んだ」と呟き、苦しそうに体を横たえる姿を覚えている。

令和4年3月、国鉄の列車無線の歴史を調べていた私は、高周波トランジスタの規格についてアマチュア無線愛好家のK氏に教をを請うた。K氏は農業害虫と昆虫生態学の専門家で、メールを往復させる中で冊子「蛍光誘蛾燈」が話題となり、蛍光誘蛾灯に関するコラム記事¹⁷⁶⁾を紹介された。記事には、戦時中に東京帝大と愛媛農試が開発した青色蛍光

誘蛾灯は戦後の食糧難を救う救世主であったが、程なくGHQ/SCAPの横槍で使用禁止になったと記されていた。

令和6年2月、K氏から誘蛾灯の歴史に関する複数の文献を紹介され、その直後から蛍光誘蛾灯関連の資料を集め始めた。螟蛾の走光性を研究した東京帝大と愛媛農試の論文や報告書、研究に協力した東芝の社史と技報、照明学会誌、蛍光灯や蛍光体に関する専門書、電力会社の広報誌等が集まった。私は、照明工学や地域の電力史など電気工学の視点で、青色蛍光誘蛾灯の誕生から衰退までの歴史を振り返ってみたいと考えた。

その後、「植物防疫」誌のコラム¹⁴⁾で宮城県に誘蛾灯記念碑があると知り、令和6年5月に栗原市を訪問した。一迫川の流れに沿った細い道を進むと、田植えを終えた水田を背にした誘蛾灯記念碑が見えた。「青色蛍光誘蛾灯四十灯に点火点綴せられた刹那の美観と感激は永く忘れることの出来ないものであった」、切々と語りかける碑文を指で追いながら、誘蛾灯の設置に奔走した村人たちの苦労を想った。この板碑は地域農業の歴史を語る証人であり、日本の農業技術史上も極めて重要な文化財と考えられる。

江戸期以降、農業害虫の霊を鎮め豊作を祈願する虫塚や虫供養塔が日本各地に造られた¹⁷⁾。図27は、佐賀市内に現存する貞享2(1685)年建立の虫供養塔である。昭和39年4月、パラチオンによるニカメイチュウの防除試験が行われた農林省中国・四国農業試験場四国支場の後継施設(香川県善通寺市)に「稲二化螟虫防除技術確立記念碑」が建立された¹⁸⁾。同記念碑や栗原市の誘蛾灯記念碑は、螟虫との戦いを後世に伝える現代の虫塚なのかも知れない。

令和6年6月、島根大総合博物館と九大昆虫学教室から螟蛾の標本写真を頂いた。九大から届いた画像の中に、昭和23年9月に二日市で採集されたイッテンオオメイガの標本が含まれていた。私は、蛍光誘蛾灯の命運を左右した昆虫捕集試験で捕獲された標本との巡り合わせに感動した。続いて、蛍光誘蛾灯衰退の契機となったNRSの文書や新聞記事、東芝製蛍光誘蛾灯のパフレットの画像も入手できた。

調べを進める中で、九州発の誘蛾灯有害論が燎原の火の如く全国に伝播し、日本各地の農家に大きな動揺を与えたことが分かった。九州が震源となった理由の1つが、この地域が抱える特殊な電力事情であったと推察される。一方、東北地方ではNRSと九州軍政部による増設中止勧告後も蛍光誘蛾灯の新設が許可されており、九州との電力事情の違いが考慮された可能性がある。何より、昭和20年代に絶滅したと思われた蛍光誘蛾灯が、昭和40年頃まで北国の圃場で活躍を続けたことは大きな驚きであった。

戦後、電力不足に起因する配電電圧の低下と銅線等の資材不足の中で、電気技術者たちは鉄共振を応用した定電圧器の開発や大地利用配電方式の採用で、蛍光誘蛾灯の活躍を支えた。また、蛍光誘蛾灯の急速な普及は爆撃で壊滅した蛍光灯



図27 虫供養塔
(佐賀県佐賀市嘉瀬町
2024年10月、
撮影 加島 篤)



図28 蛍光スタンド(東京芝浦電気製、マツダホームスタンドFO-1201B型)
(昭和32年製造、所蔵 加島 篤)

工場を復活させ、青色蛍光管の膨大な需要に牽引されて一般照明用蛍光管の生産も拡大した。戦時中は軍需品であった蛍光灯は、白熱電球に替わる高効率・高演色性・低輝度の照明器具として公共施設や工場から一般家庭へと販路を広げ、日本の照明産業発展の原動力となった。

図28は、昭和32年に製造された東芝製60Hz用蛍光スタンド(10W蛍光管1灯用)である。家庭用の読書灯¹⁷⁹⁾で、反射笠と支柱、台は亜鉛めっき鋼板製、台の内部に安定器のチョークコイルとラジオ雑音防止用のコンデンサ⁶⁾を収めている。点灯管はなく、押ボタンスイッチの“長押しと離し”で点灯する。取扱説明書¹⁷⁹⁾の一節「新しい光は皆様の御日常を、より美しく楽しいものにいたしましょう」は、白熱電球が中心であった家庭照明に新時代が到来したことを告げている。

平成29年8月16日、人類の健康と環境保護を目的に「水銀に関する水俣条約」が発効し、高圧水銀ランプや蛍光ランプなど水銀を含む照明器具の段階的廃止が決定した¹⁸⁰⁾。その後、2度の締約国会議で規制の一部見直しが行われ、高圧水銀ランプは2020年末まで製造と輸出入が禁止となり、一般照明用の蛍光ランプも2027年末までに製造と輸出入を停止することが決定した¹⁸¹⁾。今後は、白色発光ダイオードを幾何学的に配列したLED照明器具への置き換えが加速するであろう。東芝による昼光色蛍光管の開発から84年、社会を支える照明装置の主役として時代を照らし続けた蛍光灯も、白熱電球の後を追うように姿を消そうとしている。

敗戦直後の混乱の中、蛍光誘蛾灯が放つ青白い光芒は食糧難から民衆を救う希望の光であった。GHQ/SCAPの圧力や新型農業の登場により螟虫防除の主役の座を追われた後も、日没後の圃場を照らすその清冽な輝きは永く人々の記憶に残った。一方、蛍光誘蛾灯という特殊な電気器具が辿った軌跡からは、科学技術で自然をコントロールすることの難しさが透けて見える。誘蛾灯を棄て、有機合成農薬の大量消費に舵を切った日本の農業自体も例外ではない。

貴重な技術遺産である蛍光誘蛾灯が、農家の納屋や民俗資料館の収蔵庫から発見されることを密かに期待している。

11. まとめ

日本における水稻害虫防除の歴史を概説した後、螟蛾を誘殺する誘蛾電灯の普及に、電気事業の発展と農村電化の進展が寄与したことを解説した。次に、戦中・戦後の食糧増産運動で螟虫防除に大きな役割を果たした青色蛍光誘蛾灯が、応用昆虫学と照明工学という異分野交流の成果である

ことを示した。また、終戦後に九州から全国に広がった誘蛾灯有害論を、農薬の利用推進を図るNRSの謀略とする従来説に対して、九州の特殊な電力事情が一因とする説を提唱した。更に、宮城県栗原市に現存する誘蛾灯記念碑を調査し、NRSの中止勧告後に東北地方で青色蛍光誘蛾灯の新設が許可された理由について考察した。

謝 辞

青色蛍光誘蛾灯に関する多くの文献を御紹介頂いた農業・食品産業技術総合研究機構 野菜花き研究部門 野菜花き育種基盤研究領域 素材開発グループ再雇用職員の河野勝行氏に感謝致します。

ニカメイガの標本画像を御提供頂いた島根大学 研究・学術情報本部 総合博物館教授の會下和宏氏に感謝致します。イッテンオオメイガの標本画像を御提供頂いた九州大学大学院 農学研究院 昆虫学教室特任教授の広渡俊哉氏と同研究院 昆虫DX教室助教の屋宜禎央氏、仲介の労をとって頂いた農業・食品産業技術総合研究機構 植物防疫研究部門 基盤防除技術研究領域 海外飛来性害虫・先端防除技術グループ再雇用職員の松村正哉氏に感謝致します。

誘蛾灯記念碑の訪問と記念碑の寸法測定に御協力頂いた栗原市商工観光部 田園観光課主査の堀江 仁氏と同市教育委員会 文化財保護課の皆様へ深謝致します。石油灯式誘蛾灯の撮影と計測に御協力頂いた春日市協働推進部文化財課の水田美鈴氏と、水巻町教育委員会 図書館・歴史資料館の大坪 剛氏に感謝致します。また、誘蛾電灯の画像を御提供頂いた郵政博物館学芸員の本間与之に感謝致します。

蛍光誘蛾灯のパンフレットを御提供頂いた東芝ライテック株式会社 技術本部の高橋氏、岩波写真文庫の掲載写真の使用許可を頂いた岩波書店 ライツマネジメント部の皆様、宮城県内の蛍光誘蛾灯と電業所に関する文献の探索に御協力頂いた宮城県図書館 資料奉仕部の皆様へ感謝致します。

参考資料

- 城所 隆：“温故知新一誘蛾灯の記念碑－”，植物防疫，**68**,No.11，日本植物防疫協会発行(2014)
- 農業機械化及電化実例集 當農改善資料第四號，農林省農業改良普及部當農改善課発行(1951)
- 宮野村誘蛾灯紀年碑 碑文(1951年8月建立)
- 宗 正雄：食用作物學講義(光明堂，1930)
- 竹内吉蔵：原色日本昆虫図鑑(下)(保育社，1955)
- 原 攝祐：実験活用 病蟲害寶典 増改版(養賢堂，1948)
- 江崎梯三ほか：原色日本蛾類図鑑(上)(保育社，1957)
- 江崎梯三ほか：原色日本蛾類図鑑(下)(保育社，1958)
- 瀬戸口明久：害虫の誕生－虫からみた日本史，ちくま新書793(筑摩書房，2009)
- 米 岩波写真文庫55(岩波書店，1952)
- 野村健一：害蟲氣象通論 産業氣象叢書Ⅱ(北陸館，1947)
- 松本久彦編「筑州鎮守岡郡宗社志」，福岡県史 近世資料編 年代記(一)，福岡県発行(1990)
- 水巻町誌，福岡県遠賀郡水巻町教育委員会発行(1962)
- 小野武夫：“害蟲驅除史の一齣：浮塵子注油驅除法の發明者、王丸彦四郎が事ども”，社會經濟史學，**8**,No.11，社會經濟史學會発行(1939)
- 大藏永常：除蠅錄(1826)
- 福岡県史料叢書 第二輯，福岡縣廳庶務課別室史料編纂所発行(1948)
- 鳥巢京一：西海捕鯨業史の研究，九州大学出版会発行(1993)
- 渋谷敏美：“肥後藩における鯨油取扱と鯨油新地”，熊本史學，No.28(1964)
- 中國成生：くじら取りの系譜 概説日本捕鯨史，長崎新聞社新書001(長崎新聞社，2001)
- 内山幹生：“小川新川「船入江」の築造と機能 附 河江鯨油開の発見”，郷土誌烽火，No.30，宇城市教育委員会発行(2023)
- 螟蟲驅除豫防の先覺者 益田素平翁，病害虫驅除予防資料 第15号ノ2，福岡縣内務部発行(1926)
- 斎藤之男：日本農学史－近代農学形成期の研究－，農業総合研究所発行

- (1968)
- 益田素平：稻蟲實驗錄(1895)
- 福岡縣警察提要 上，福岡縣警察本部発行(1889)
- 大塚由成：“稻の螟蟲に就て”，大日本農會報，No.170，大日本農會発行(1895)
- 石倉秀次：誘蛾燈史－誘蛾燈による稻螟虫の防除－，植物防疫資料館史料6，日本植物防疫協会 植物防疫資料館発行(1991)
- 臨時報告第2號 螟蟲の防除に關する試験研究 第1報 誘蛾燈に關する試験，愛媛縣立農事試験場発行(1942)
- 名和梅吉：全國稻作害蟲展覽會記錄，大阪毎日新聞社発行(1930)
- 福岡縣に於ける螟蟲驅除豫防の沿革 附益田素平翁遺稿螟蟲實驗說，病害蟲驅除豫防資料第15號，福岡縣内務部発行(1926)
- 雜報「農事電化協會 設立計画進捗」，文化農報，No.22，文化農報社発行(1923)
- 明治四十年 職員錄(乙)，印刷局発行(1907)
- 大日本紳士名鑑，明治出版社発行(1916)
- 高田真吉：“電燈の新領域 誘蛾電燈に就て”，マツダ新報，**12**,No.5，東京電氣株式會社発行(1925)
- 多田源二郎：“誘蛾電燈雜話”，農事電化，**8**,No.5，農事電化協會発行(1934)
- 東京電氣株式會社五十年史，東京芝浦電氣株式會社発行(1930)
- 明治四十二年 電氣事業要覽，逓信省電氣局発行(1910)
- 明治四十三年 電氣事業要覽，逓信省電氣局発行(1911)
- 九電鐵二十六年史，東邦電力株式會社発行(1923)
- 本邦に於ける農事電化發達史，農事電化協會発行(1940)
- 三瀨郡耕地整理共同會誌，三瀨郡耕地整理共同會発行(1929)
- 加島 篤：“三瀨郡北部耕地整理地区による電化灌漑事業の技術史的考察”，北九州工業高等専門学校研究報告，No.42，北九州工業高等専門学校発行(2009)
- 第八回 電氣事業要覽，逓信省電氣局編，逓信協會発行(1916)
- 東邦電力史，東邦電力史料刊行會発行(1962)
- 雜報「農事電化協會 設立計画進捗」，文化農報，No.22，文化農報社発行(1923)
- 農事電化の榮，農事電化協會発行(1939)
- 農林省調査 全國誘蛾燈點火狀況，農事電化，**13**,No.2，農事電化協會発行(1939)
- 官報 第2009號，農商務省令第13號(1919/4/17)
- 官報 第3779號，勅令第35號(1925/3/31)
- 雜報「病害蟲に關する委託研究並試験」，病蟲害雜誌，**14**,No.5，日本植物愛護會発行(1927)
- 螟蟲に關する研究 第3報 二化螟蟲の生態特に趨光性及び趨化性に就いて，農事改良資料 第140，農林省農務局発行(1929)
- 岩田俊一：鐫木外岐雄先生と応用動物学－「鐫木文庫」創設に寄せて－，日本植物防疫協会 植物防疫資料館発行(2008)
- 昭和主基齋田記錄，福岡縣発行(1931)
- 繪葉書「主基齋田 螟虫採取」，脇山村奉賛會発行(1928)
- 伊豫鐵道電氣株式會社電燈課「農村電化の第一歩 苗代に於ける害蟲驅除と電燈の利用」，マツダ新報，**11**,No.9，東京電氣株式會社発行(1924)
- 五十年史，伊豫鐵道電氣株式會社発行(1936)
- 高岡慎吉：“電燈の新領域 誘蛾電燈に就て”，マツダ新報，**12**,No.4，東京電氣株式會社発行(1925)
- 杉山章平：“有色光線に対する二化螟蛾の反應”，應用動物學雜誌，**9**,No.5，應用動物學會発行(1937)
- 原田常雄：“超高壓水銀燈に就て”，マツダ新報，**25**,No.7，東京電氣株式會社発行(1938)
- 關 重廣：“光色と誘蛾率との關係に就いての杉山章平氏の研究を紹介し、併せてその應用に及ぶ”，照明學會雜誌，**22**,No.8，照明學會発行(1938)
- 東京芝浦電氣株式會社八十五年史，東京芝浦電氣株式會社発行(1963)
- 「誘蛾燈の莖外線實驗成功、廣島電氣」，農事電化，**15**,No.9，農事電化協會発行(1941)
- 大正九年度 茨城縣水產試驗場事業報告，茨城縣水產試驗場発行(1920)
- 滋賀縣水產試驗場要覽 附 滋賀縣水產事業要覽，滋賀縣水產試驗場発行(1932)
- 徳久三種：“短波光養魚誘蛾燈に就いて”，マツダ新報，**29**,No.5，東京芝浦電氣株式會社発行(1942)
- 水產試驗場報告 第9號，水產試驗場(1938)
- 徳久三種：“短波光養魚誘蛾燈”，農林時報，**1**,No.20，農林省總務局總務課発行(1941)
- 内田幸夫：最新 蛍光灯と照明(電氣書院，1965)
- 本城 巖：蛍光灯 共立全書79(共立出版，1954)
- G.E.Inman and R.N.Thayer:“Low-voltage Fluorescent Lamps”，Electric Engineering，**57**,No.12(1938)
- 伊藤 孝：“日本における蛍光ランプ普及の背景”，照明学会誌，**72**，No.5，照明学会発行(1988)
- 今村倍次郎：蛍光ランプに就て，マツダ新報，**28**,No.9，東京芝浦電氣株式會社発行(1941)
- 藤田文太郎：“晝光色蛍光ランプに就て”，マツダ新報，**28**,No.9，東京芝浦電氣株式會社発行(1941)
- E.C.Dench:“An electronic relay for initiating vapor discharges”，Electric Engineering，**59**,No.11(1940)
- 吉江一雄：“開門トンネル30周年”，鉄道ファン，**13**,No.2(交友社，1973)
- 佐々木重義：“超高壓水銀燈による蓄光塗料の照射に就て”，マツダ新報，**29**,No.3，東京芝浦電氣株式會社発行(1942)
- 總説「8.電燈照明 (1)照明の動向」，電氣工學年報 昭和十八年版，電氣學會発行(1943)
- 吉田忠一，寺尾善弘，山本正治：“旧日本海軍における蛍光ランプの使用状況について”，照明学会誌，**72**，No.5，照明学会発行(1988)
- 藤田文太郎：“螢光放電燈”，照明學會雜誌，**24**,No.5，照明學會発行(1940)
- 藤田文太郎，山上隆也，谷田貝健一：“マツダ螢光ランプに就いて”，マツダ

- 新報,28.No.12, 東京芝浦電気株式会社発行(1941)
- 80) 小寺嘉秀:螢光体とその応用 OHM文庫58(オーム社, 1955)
- 81) 浅尾莊一郎, 守屋義廣:“マツダB型瓦斯入ブラウン管に就て”, マツダ研究時報,10.No.1, 東京電気株式会社発行(1935)
- 82) 藤田文太郎:“マツダ蛍光ランプの新定格發表に當って”, 東芝レビュー,6.No.4, 東京芝浦電気株式会社発行(1951)
- 83) 鍋木外岐雄, 杉山章平, 藍野祐久, 原田常雄, 杉浦誠之助:“誘蛾燈の研究”, 照明學會雜誌,26.No.3, 照明學會発行(1942)
- 84) 鍋木外岐雄:“誘蛾燈の光源”, 農政,4.No.5, 中央農林協議會発行(1942)
- 85) 鍋木外岐雄, 杉山章平, 藍野祐久, 鹿島晋, 原田常雄, 杉浦誠之助:“誘蛾燈の研究(第2報)”, 照明學會雜誌,27.No.3, 照明學會発行(1943)
- 86) 原田常雄:放電管(オーム社, 1950)
- 87) 武藤義一:比色分析法 共立全書97(1955)
- 88) 鍋木外岐雄, 杉山章平, 藍野祐久, 石倉秀次, 原田常雄, 杉浦誠之助:“誘蛾燈の研究(第3報)”, 照明學會雜誌,28.No.1, 照明學會発行(1944)
- 89) 石倉秀次:青色螢光誘蛾燈の効果 農業技術研究叢書(1), 農業技術協會発行(1946)
- 90) 電灯照明 其2, 電機學校編, 電機學校発行(1937)
- 91) 大須賀知要:“抵抗式高圧水銀燈”, マツダ研究時報,13.No.1, 東京電気株式会社発行(1938)
- 92) 大須賀知要:高圧水銀灯とその取扱 OHM文庫92(オーム社, 1959)
- 93) 四國配電十年史, 四國配電株式会社清算事務所発行(1953)
- 94) 長野縣水産試験場“短波光誘蛾燈による「ウミツカ」の集火状況”, 農林時報,2.No.14, 農林省總務局總務課発行(1942)
- 95) 石倉秀次, 小野小三郎:イモチとメイチュウ(富民社, 1959)
- 96) “和歌山縣に於ける誘蛾燈についての諸問題並各方面の意見”, 農事電化,7.No.2, 農事電化協會発行(1933)
- 97) 近似雜報「電燈利用の誘蛾」, 農事電化,6.No.1, 農事電化協會発行(1932)
- 98) 第二十三回 電気事業要覽, 電気協會発行(1937)
- 99) 石倉秀次:わか航跡I(私家版)(1990)
- 100) 北陸配電史, 北陸配電史編纂委員会発行(1956)
- 101) 官報 號外(一), 勅令第821號(1943/11/1)
- 102) 上遠 章:“米の増産と誘蛾燈”, マツダ新報,30.No.2, 東京芝浦電気株式会社発行(1944)
- 103) 東芝百年史, 東京芝浦電気株式会社発行(1976)
- 104) 白木沢旭児:“戦後食糧輸入の定着と食生活改善”, 農業史研究,No.36, 日本農業史学会発行(2002)
- 105) 官報 號外, 勅令第481號(1945/8/26)
- 106) 空原 襄:“螢光誘蛾燈の現状”, 照明學會雜誌,23.No.5, 照明學會発行(1948)
- 107) 伊東 孝:螢光灯照明入門(電気書院, 1954)
- 108) 藤田文太郎, 伊東 孝:“マツダ白色螢光ランプについて—40W螢光ランプの紹介をかねて”, 東芝レビュー,4.No.4, 東京芝浦電気株式会社(1950)
- 109) 石倉秀次:螢光誘蛾燈 農叢書11, 農業技術協會発行(1947)
- 110) 照明技術の発達とともに 照明学会75年史, 照明学会発行(1991)
- 111) 日本農業電化の展望 農業電化五十周年記念, 農業電化協會発行(1953)
- 112) 農林省農政局:螢光誘蛾燈と其の取扱法, 農業電化協會発行(1949)
- 113) 「重要日誌並施設事項 食糧一割増産運動」, 農林時報,7.No.3, 農林省總務局弘報課発行(1948)
- 114) 昭和二十三年度版 農林水産年鑑, 日本農村調査會(1948)
- 115) 「座談會 食糧一割増産運動について」, 農林時報,7.No.4, 農林省總務局弘報課発行(1948)
- 116) 縣政概要 昭和二十五年版, 静岡縣発行(1950)
- 117) 伊東 孝:“放射の応用 紫外線の応用 誘蛾灯”, 照明学会雜誌,35, No.2, 照明学会発行(1951)
- 118) 林 正造:“螢光燈電車について”, 電気車の科學,2.No.1, 電気車研究會発行(1949)
- 119) 鈴木丑水:“螢光放電燈による車輛照明”, 照明學會雜誌,23.No.5, 照明學會発行(1948)
- 120) 「工場便り 大仁工場」, 東芝レビュー,2.No.1, 東京芝浦電気株式会社発行(1947)
- 121) 「半世紀に於ける東芝技術の発達 [I] 電球, 螢光ランプ」, 東芝レビュー,6.No.2, 東京芝浦電気株式会社発行(1951)
- 122) 電球類に関する主要調査統計, 日本電球工業会発行(1957)
- 123) 日本電球工業史, 日本電球工業会発行(1963)
- 124) カタログ「マツダ青色・螢光誘蛾燈」, 東京芝浦電気株式会社発行
- 125) カタログ「食糧増産にマツダ青色・螢光誘蛾燈」, 東京芝浦電気株式会社発行(1951)
- 126) 永田 潔:“螢光放電燈の器具について”, 照明學會雜誌,32.No.5, 照明學會発行(1948)
- 127) 青池南城:“螢光ランプ用安定器・点灯回路50年の発達”, 照明学会誌,72.No.5, 照明学会発行(1988)
- 128) 鋼材製造法 鉄鋼技術講座 第2巻, 日本鉄鋼協會編(地人書館, 1959)
- 129) 朝野 通, 佐藤國夫, 寺村 修:“螢光誘蛾燈試験成績について”, 東京都電気研究所研究報告,7.No.2, 東京都電気研究所発行(1951)
- 130) 日本發送電社史一業務編, 日本發送電株式會社解散記念事業委員會発行(1955)
- 131) 東北地方電気事業史, 東北電力株式会社発行(1960)
- 132) 連見孝雄:鉄共振の応用 OHM文庫3(オーム社, 1952)
- 133) 大山松次郎, 藤原義輝, 大山 彰:“螢光放電燈の點燈”, 照明學會雜誌,33.No.3, 照明學會発行(1949)
- 134) 小林 勲:内線規程第十三版解説, 關東配電株式會社(工學館, 1949)
- 135) 電気工事讀本 第2版, 東京電燈株式會社発行(1936)
- 136) Natural Resources Section (NRS), 国立国会図書館憲政資料室作成(2022/6/30), <https://ndlsearch.ndl.go.jp/navi/occupation/NRS>
- 137) 「お別れに際して」, 農薬と病蟲,4.No.10, 農薬協會発行(1950)
- 138) 三十年の活動, 日本植物防疫協會発行(1984)
- 139) 白神虎雄:“二化螟蟲の藁積驅除法”, 農薬,2.No.12, 農薬協會発行(1948)
- 140) 安松京三:“螢光誘蛾燈は効くか”, 農業朝日,5.No.6(朝日新聞社, 1950)
- 141) 江崎梯三:“誘蛾燈は有害燈か”, 地上,3.No.12, 家の光協會発行(1949)
- 142) “Efficiency of Insecticide Light Trap”, Natural Resources Section Weekly Summary No.174, General Headquarters Supreme Commander for the Allied Powers(1949/2/6-12)
- 143) 加藤正世:分類原色日本昆蟲圖鑑 第五輯 異翅目(厚生閣, 1933)
- 144) “Efficiency of Fluorescent Insect Light Traps”, “Control of Rice Stem Borers”, Natural Resources Section Weekly Summary No.183, General Headquarters Supreme Commander for the Allied Powers(1949/4/10-16)
- 145) Personal File for S.C.Hilton, GHQ/SCAP Records (RG 331, National Archives and Records Service)
- 146) 「誘蛾燈は有害燈 使うな、九割まで益虫」朝日新聞西部本社版, 朝日新聞社西本社発行(1949/5/24)
- 147) 末永 一:“二化期二化螟蟲の喰害性と稲の被害について”, 九州農事試験研究發表會講演要旨 第4號, 農林省農事試験場九州支場発行(1949)
- 148) 「誘蛾燈は果たして有害か 虫の分類が問題 福岡では更に研究」夕刊フクニチ, フクニチ新聞社発行(1949/5/25)
- 149) 中国地区 農業電化20年の歩みと将来の展望, 中国電力株式会社営業部発行(1966)
- 150) 石橋政男:“誘蛾燈としての青色螢光燈について”, 九電, No.2, 九州電力株式会社営業部普及課発行(1952)
- 151) 九州配電株式會社十年史, 九州配電株式會社清算事務所発行(1952)
- 152) 九州周波数統一史, 九州周波数統一協議會発行(1961)
- 153) 中野節郎:九州電気事業側面史, 東洋經濟新報社出版部発行(1942)
- 154) 日本發送電社史 業務編, 日本發送電株式會社解散記念事業委員會発行(1954)
- 155) 中國配電株式會社十年史, 中國配電株式會社清算事務所発行(1953)
- 156) 「農電普及座談會 小倉支店行橋營業所」, 九電, No.6, 九州電力株式会社営業部普及課発行(1953)
- 157) サンカメイチュウに関する研究 第3報 藥劑によるサンカメイチュウの防除試験, 農業改良技術資料 第53號, 農林省農業改良局研究部・和歌山縣農業試験場発行(1955)
- 158) 後藤真康, 角野敬明, 中村広明, 橋本 康:農薬と農薬取締法の解説, (中央法規出版, 1972)
- 159) 河田 党:“稻作螟蟲驅除とバラチオン剤(ホリドール)”, 農業技術研究,6.No.5, 静岡縣農業協同組合協會発行(1952)
- 160) 上遠 章:新しい農業とその使い方 農叢書93, 農業技術協會発行(1955)
- 161) 桐谷圭治:“農業生態系におけるIBM(総合的生物多様性管理)にむけて”, 日本生態学会誌,55.No.3, 日本生態学会発行(2005)
- 162) 桐谷圭治, 田付貞洋:ニカメイガをモデルとする種の絶滅過程の研究—絶滅危機種を救うために, 植物防疫,65.No.5, 日本植物防疫協會発行(2011)
- 163) 家田貴子:“農薬依存型農業技術の出現”, 通史 日本の科学技術 第2巻(学陽書房, 1995)
- 164) 第47回 電気事業要覽, 通産省公益事業局編, 日本電気協會発行(1965)
- 165) 築館町史, 築館町史編纂委員会発行(1976)
- 166) 2万5千分1地形図 築館(昭和43年測量), 国土地理院発行(1970)
- 167) 国土地理院 空中写真 CTO7616-C24-25 一開(1976/11/22)
- 168) 続配電物語, 九州電力配電同友会発行(1991)
- 169) 宮城支店20年のあゆみ, 東北電力宮城支店発行(1972)
- 170) 昭和二十二年 全國工場、鑛山、事業場名簿, 日本産業福利協會発行(1947)
- 171) 横尾四郎:“青色螢光誘蛾灯”, 五城農友, No.60, 宮城縣農業普及協會発行(1951)
- 172) 宮城県農業共済史, 宮城県農業共済組合連合會発行(1987)
- 173) 宮城県統計総覽 昭和26, 27, 28, 29-30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42年版, 宮城県総務部調査課発行(1952~1969)
- 174) 連合国による占領及び管理 民政移管(一), 連合国の対日管理機構及び政策関係雑件 第2巻, 外務省政務局特別資料課作成(作成年不明)(アジア歴史資料センター資料)
- 175) 野村健一, 大矢慎吾, 渡部一郎, 河村広巳:“電燈照明による吸蛾類の防除 第1報 照明の効果解析とそれに及ぼす各種光条件の影響について”, 日本応用動物昆虫学会誌,9.No.3, 日本応用動物昆虫学会発行(1965)
- 176) 西尾敏彦:“消えた青色螢光誘蛾灯 実用化に貢献した石倉秀次の挫折続日本の「農」を拓いた先人たち No.58”, 農業共済新聞, 全国農業共済協會発行(2004/5/19)
- 177) 長谷川 仁:“虫塚と虫供養塔”, 自然,31.No.6, 中央公論社発行(1976)
- 178) 特農1, 日本特殊農薬製造株式会社発行(1966)
- 179) 取扱説明書「東芝のマツダホームスタンドFO-1201」, 東京芝浦電気株式会社発行(発行年不明)
- 180) 官報 号外 第134号, 条約第18号, 外務省告示第220号(2017/6/23)
- 181) ニューズ&トピックス「一般照明用の高圧水銀ランプの製造・輸出入の禁止に続き全ての一般照明用蛍光ランプについて製造・輸出入の廃止期限が決定しました」, 東芝ライテック会部式会社 (2024/7/2)
https://www.tlt.co.jp/tlt/information/news/20240702_3/20240702_3.htm

(2024年10月29日 受理)