

JAERI-memo

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute



公開 JAERI-memo

この memo は、日本原子力研究所でなされた研究の、所内における検討と利用のために作成された報告書を、とりあえず公開するもので、研究所としての最終報告ではありません。複製・入手あるいは引用・転載は、茨城県東海村日本原子力研究所技術情報部に問い合わせてください。

JAERI-memo

The document contains the results of research works carried out in JAERI. It was prepared for use by JAERI personnel.

It is published temporarily, considering its use by the public; it is not a formal report from JAERI. Requests for the additional copies, or its reproduction, and for its citation and transmission in the literature, may be made to the Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Ibaraki-ken.

JAERI-memo

4395

(公開)

ヨーロッパにおける食品照射の現状

1971年4月

佐藤友太郎

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

ヨーロッパにおける食品照射の現状
(外国出張報告)

日本原子力研究所高崎研究所食品照射開発試験室

佐 藤 友 太 郎

(1971年4月受理)

要旨 1970年11月28日から12月20日にわたって欧州に出張した。その目的は、E N E A の国際食品照射に関する運営会議に出席し、併せて欧州における食品照射開発状況を調査することである。

本レポートには、この運営会議の様相およびその後入手した議事録、その他調査した国々の食品照射に関する研究施設や開発状況をかなり詳細に述べた。なか、最後に入手した資料リストをのせた。

Present Status on Food Irradiation in Europe
(Report on the Official Tour of Europe)

Tomotaro SATO
Food Irradiation Division, Takasaki, JAERI
(Received Apr. 1971)

Abstract

The author is dispatched to visit Europe from 28th November to 20th December last year. The purpose is to attend the Board of Management on an International Project in the Field of Food Irradiation held in Paris and then to investigate the present status on food irradiation of European Countries.

This paper has described the details of Board of Management and interesting establishments and researches and recent informations about food irradiation.

目 次

| | | |
|-----|---------------|----|
| 1 | 出張目的 | 1 |
| 2 | 調査項目 | 1 |
| 3 | 出張日程 | 1 |
| 4 | 訪問機関、面会者 | 2 |
| 5 | 参加した会議 | 3 |
| 6 | 調査結果、会議の内容、成果 | 3 |
| (1) | 調査結果 | 3 |
| A. | フランス | 3 |
| B. | オーストリア | 6 |
| C. | デンマーク | 20 |
| D. | オランダ | 28 |
| E. | イギリス | 41 |
| F. | ドイツ | 54 |
| (2) | 会議の内容 | 63 |
| (3) | 成果 | 79 |
| 7 | 累案事項 | 80 |
| 8 | 注意事項 | 82 |
| 9 | 帰参した資料リスト | 82 |

外国出張報告書

1. 出張目的

ENEA食品照射運営会議に出席し、併せて欧州における食品照射開発状況を調査する。

2. 調査項目

欧州(フランス、オーストリア、デンマーク、オランダ、イギリス、ドイツ、イタリア)における食品照射の現状

3. 出張日程

1970年

| | |
|-----------|--|
| 11月28日(土) | 東京出発 |
| 28日(土) | Paris 到着 |
| 30日(月) | OECD 国際食品照射計画総会 |
| 12月 3日(木) | Office of Conservatome 訪問, Saclay の Service of Physico- -Chemical Application 訪問 |
| 4日(金) | Paris → Geneva → Zurich 到着 |
| 6日(日) | Zurich → Vienna |
| 7日(月) | IAEA, Food Irradiation Section 訪問 Seibersdorf, Institute of Biology and Agriculture 訪問 |
| 8日(火) | Vienna → Copenhagen |
| 9日(水) | The Danish Atomic Energy Commission Research Establishment Risø 訪問 (Roskilde) |
| 10日(木) | Copenhagen → Amsterdam |
| 11日(金) | Euratom-ITAL 訪問 (Wageningen) |
| 12日(土) | Amsterdam → London |
| 14日(月) | Harwell, Atomic Energy Research Establishment, 旧 Wantage Research Laboratory (= Irradiated Products LTD.) 訪問 |
| 15日(火) | London → Karlsruhe |
| 16日(水) | Karlsruhe, Institute for Radiation Technology 訪問 |
| 17日(木) | Karlsruhe → Munich → Rome |
| 18日(金) | Laboratory of Application in Agriculture 訪問予定のところ、 ストライキとの情報が入ったため訪問中止 |
| 19日(土) | Rome 発 |
| 20日(日) | 香港着 (TWA 延着のため、香港に泊る) |
| 21日(月) | 香港 → 東京帰着 |

4. 訪問機関，面会者

| 月 日 | 訪 問 先 | 住 所 | 面 会 者 |
|------------------------|--|--|----------------------------------|
| 1970年 11月30日 (月) | OECD 本部 | | 会 議 |
| 12月 3日 (木) | Conservatome S. A. | 22, BD Georges Clemenceau 92 Courbevoie, Paris | DR. P. VIDAL MR. P. Gouget |
| | Service of Physico- Chemistry Application Centere d'Etudes Nucleaire-Saclay | 2, Gif-Sur-Yvette Seine-Oise, France | MR. P. Leveque |
| 7日 (月) | IAEA, Food Irradiation Section | Kärntner Ring 11, Wion I, Osterreich | DR. K.G. Shea |
| | Seibersdorf Lab. Inst. of Biology and Agriculture | Seibersdorf | DR. Altman DR. Stehlik |
| 9日 (水) | The Danish Atomic Energy Commission Research Establish- ment | 4000, Roskilde Denmark | DR. N. W. Holm DR. C. Emborg |
| | Control Department Statens Serum Institute | Awagen Boulevard 80, 2300 Copenhagen | DR. E. A. Christensen |
| 11日 (金) | Euratom - ITAL (Inst. for the Application of Atomic Science in Agriculture) | NL-6140 Wageningen Netherlands | DR. de Zeeuw DR. R. M. Ulmann |
| 14日 (月) | Atomic Energy Research Establishment | Harwell. Berkshire. U. K. | DR. Wiensly |
| | Irradiated Products LTD. 旧 Wantage Research Lab. | Denchworth Road, Wantage Berks. | DR. J. Ley |
| 16日 (火) | Federal Research Centre for Food Preservation | Karlsruhe, 75 | DR. J. F. Diehl |
| | Inst. for Radiation Technology, Nuclear Research Centre | Karlsruhe | DR. J. F. Diehl DR. Radola |

5. 参加した会議

OECD主催

国際食品照射計画の第1回総会

International Food Irradiation Project Board of Management

6. 調査結果、会議の内容、成果

(1) 調査結果

A. フランス

[I] Societe Conservatome

社長 Dr. Vidal をパリの本社に訪ねた。以下は彼との会談の要旨である。

食品照射研究はフランスでは1950年にスタートした。1956年食品農業関係の会社38社が共同出資してこの会社(研究会社)をつくった。そして1958年には、更に有名大会社と照射設備の共同利用、研究者の養成、訓練を目的として共同出資し、Lyon 放射線応用センター(OLAA)をつくっている。

1962年にポテトの保存のため放射線利用について意を用い、報告をつくり、政府当局に説明したが、理解しよとせず、理解させるに困難であった。この時機は1954-1967年にわたる。諸外国における許可の傾向も役立って現在では専門家も出来、企業化を行なうまでに伸びてきた。1970年5月すでに農業一般に関して放射線の使用法を規制した法令がでていますが、その中でポテトの項がまもなく発布されるはずである。(91頁参照)

ここまで到達するには種々の苦労があった。問題は当局に衛生に関する知識がまぐ偏見があることである。そこでアメリカの1962年の官報をみせて説明したりした。肉や魚は理解はなくてだめであるが、ニンニク、玉ネギ、人参、果物その他野菜について、成果を納得させた上で、徐々にときふせて行くことが大切である。

玉ネギやニンニクは他に保存方法がないので有望であろう。ただ当局はアメリカ式に照射を添加物と同じに考えているのでやりにくい。

o フランスにおけるポテトの照射

年間1100万tもとれ、半分は家庭で消費している。ポテトの価格は時期によって変動がある。安いときには1kg当り13~15円くらい、端境期になると約2倍になるといふ。

o Conservatome の装置

Lyon 近くにある会社には現在40万Ci と30万Ci の2つの設備があるが、今年度は20万Ci をプラスして計90万Ci にする予定とのこと。

なお、コバルト照射棟は現在修理中なので見てもつまらないであろう。それよりは、Cs137の移動線源がパリ郊外のSaclayの原研にあるからそれを見学されたらよいであろうとすすめられた。そこで予定を変更しLyon 行きをとりやめた。

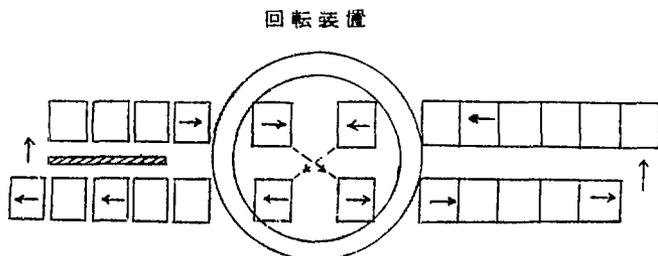
それで彼と一緒にSaclayを訪ねた。

このmobile irradiator は第A-1図のごとくである。トラックの全重量は35tで、Cs-137 25万Ci を収容できるが現在17万Ci が入っている。

すでに1万kgを移動し、約1万tのポテトを照射したという。Irma の製品で、ポテト

を入れる容器は第A-2図のごとくで、 $30 \times 30 \times 60$ cmの大きさで10kg入る。この芋は第A-3図のごとくビニールの袋の中に入っている。なお、線源は2段に折りたたまみができる。第A-3図は、引っぱって長くしたところ。

容器は pusher によって線源の反対側に移動するのでスペースをとらず便利にできている。なお線源と容器の運行関係は次のごとくである。



この装置で、ポテトを10 Krad 照射で1日1.5 t、医薬品で $1 \text{ m}^2/\text{day}$ (2.5 Mrad) とのことである。なおフランスでは医薬品の照射については何の規制もないという。

(II) Saclay

Dr. Levequeを訪問、昼食をとりながら懇談したのち、彼の office を訪ねた。

Food Irradiation関係の文献、図書が整頓されていたが、それほど膨大なものではなかった。しかし高崎研でもこの程度のもを揃えたいと思った。

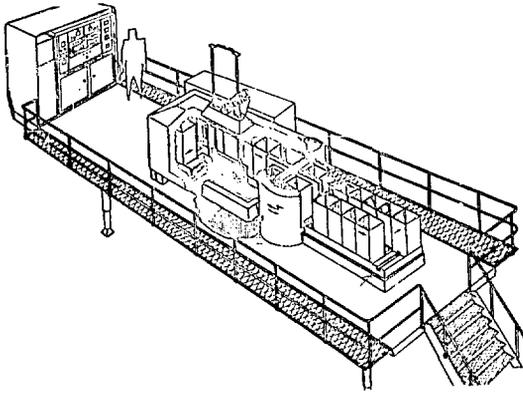
なお、ソ連の事情がわからないので知りたいといったところ、下記の文献を紹介してくれた。

ORNL-IIC-14

Radiation Processing of Food Products by Metlitskii, Rogachev, Krushchev. July, 1968.

OAK Ridge National Laboratory

Oak Ridge, Tennessee operated by Union Carbide Corporation for the U. S. Atomic Energy Commission.



第A-1図 Cs-137 移動照射装置



第A-2図 Cs-137 移動照射装置の試料容器



第A-3図 折りたたみ式線源容器

B. オーストリア

(I) IAEA本部

Joint FAO/IAEA Division の Head of Food Irradiation Section の Dr. M. de Proost は、OECD の総会に出席後、すぐアメリカの会議に出張して留守であった。

それで、Dr. K. G. Shea に面会した。

そして第 B-1 表の 1970 年 5 月現在における照射食品の許可リストを入手した。

雑誌のち、IAEA 発行の Food Irradiation に関する Series を 10 冊購入した。

(現在未着なのでリストは省く)。

それから Seibersdorf 行の定期バスに乗って Seibersdorf に向った。

なお、Shea の話によると、Dosimetry manual consultant for food Irradiation を作るために 1971、4 月 2 日に IAEA に会合があるとのこと、しかも日本から九大(理)の高島氏が出席するとの話をきいた。こんな集り、企てのあることも、高島氏の名も始めて聞いたので美様に感じた。

(II) サイバースドルフの Inst. for Biology and Agriculture

IAEA 本部を訪問したのち、Seibersdorf に向った。ここにはオーストリア原子力研究公社 (Reactorzentrum Seibersdorf) があり、ここにある農業研究所 (Institute for Biology and Agriculture) (第 B-1 図) において、1964 年に Seibersdorf Project がスタートした。これは果実および果汁の放射線殺菌を目的とする食品照射に関する国際協力研究計画であるが、これにはわが国から、岡沢、服部両博士が派遣され研究に協力されたことは周知のことである。同プロジェクトは財政難のため予定より早く 1968 年 6 月 30 日で打ち切られたが (同年 12 月まで残務整理)、今回 Final Report を入手することができたので、ここで簡単に Seibersdorf Project の総括を行ない参考にしたい。

(III) Seibersdorf Project の総括

本計画は、ENEA、IAEA および SGAE (the Austrian Studiengesellschaft für Atomenergie Ges. m. b. H.) 3 者共同して発足したもので、その主要な目的は次のとおりである。

〔食品照射を広く応用するさいの基礎的知識を獲得するため、果物と果汁をモデル食品としてあげること。そして研究分野は主に安全性試験と微生物学試験に重点をおく〕ということである。

なお参考のために、参加国、参加人員、拠出金を示すと第 B-2 表となる。

1965~1968 年にわたって行なわれた主な研究業績は以下のとおりである。

(1) 照射果汁の官能的性質

官能検査は 4 人のマスターによって行なわれた。照射は室温で 400 Krad/h の位置で行なわれ、照射後 3 日に食味テストを行なった。その結果リンゴ汁は 0.5 Mrad までは香気にほとんど影響はないが、0.8 Mrad になると品質はわるくなる。ブドウ汁の場合は、0.5 Mrad で off flavor がみられた。照射中に 50°C まで加熱しても良い効果は得られない。

ブドウ汁でも品種によって off flavor の発生に差がみられた。そこでゲル電気泳動法によって蛋白区分をしらべたところ、品類によって第 B-2 図に示すように差のあることがわかり、要するに S を含む蛋白が、off flavor の発生に重要な因子であることがわかった。

(2) 照射と加熱が微生物に及ぼす影響

1) 酵母

果汁の変敗の主な原因は酵母による発酵であるから、これを防止するのがこの研究の重要なポイントである。しかし前にも述べたように sterilisation が目的ではなく、pasturization が目的なので、酵母を絶滅するのではなく、生菌数を元の $10^8 \sim 10^7$ にへらすための照射条件を目標とした。そのため、果汁に繁殖している酵母のなかから放射線抵抗性の最も大きなグループの *Saccharomyces cerevisiae* から 2 株を選び、これについて研究を行った。多くの結果のうち主なものは次のごとし。

まず strain II の感受性の 1 例は第 B-3 図に示すとおりで、かなり抵抗性が高いとともに、普通の緩衝液中 (PH 3.6) とリンゴ汁における照射では抵抗性にかなりの差がみられる。ということは、実際の照射線量を決定するに当って、実験室的なモデル実験データのみで判断することは危険であることを示唆している。そして放射線照射によって生菌数を 10^7 に減少させるには約 0.8 Mrad の線量が必要とされた。

照射による果汁の品質劣化をさけるためには、線量を下げることが望ましいが、そのためには、加熱と薬品処理との併用組合せが考えられる。以上の酵母は放射線にはかなりの抵抗性を示すが、第 B-4 図に示すように熱に対する抵抗性は比較的低い。特に 50°C 以上になるときわめて抵抗性は低い。しかしこの温度で長時間加熱することは品質面から望ましくない。そこで、 50°C 加熱を、照射前、後および照射中に行なう方法を比較検討したところ、加熱との相乗効果がみとめられ、特に加熱を照射中に行なう方法が最も有効であった。これによると 50°C で 10 分間照射する (線量 0.3 Mrad とする) ことによって生菌数が約 10^7 になるといふ。前述したように、果汁の off flavor 生成の値は 0.5 Mrad なので、以上の方法は非常に有効である。

なお、微生物の放射線感受性の基礎的機構の解明が試みられた。まず生細胞の酸素吸収、炭酸ガス排出および細胞膜の透過性などに対する影響がしらべられた。その結果、照射直後、炭酸ガス排出量でみたところでは 0.5 Mrad まではグルコース代謝になんらの影響も与えなかった。しかし、洗滌酵母からの O^{14} 活性のロスが線量をますにつれて増大することがわかり、これがまた放射線障害と関係あることがみとめられた。たとえば C^{14} -グルコースで繁殖させた酵母は、普通洗滌によって C^{14} 活性の値が 5% しか失なわれないが、1 Mrad あてた酵母では 74% のロスがみられた。ということは透過性に影響が出たことを示すもので、このことは、スネール酵素で酵母の細胞膜を部分的にこわした場合の実験によっても確認された。

また薬品と照射との併用効果が微生物によって異なることの説明として興味ある実験が行なわれた。すなわち、増感剤である P-hydroxy mercuribenzoate (PHMB) を使用した実験である。これは *Saccharomyces cerevisiae* の細胞膜のみを透過するが、*Schizosaccharomyces pombe* は透過しない。そしてこの物質の増感作用は、このものの透過性と平行することがみとめられた。高線量をあてたのち始めて、*Schizosaccharomyces*

pombe の細胞膜透過性が変化し、このとき PHMB の浸透が行なわれた。

また、加熱-照射併用効果の機構解明のため、二重ラベル実験が行なわれた。酵母細胞に H^3 をラベルした物質をとり入れさせたのち、直に C^{14} をラベルした物質を培地に加える。これらの酵母から可溶性蛋白をとり出し、polyacrylamide 電気泳動法で分別する。 H^3 と C^{14} のラジオ活性は液体シンチレーションカウンターで測定する。その結果、対照と 0.3 Mrad 照射したものとの間にはラジオ活性に差はなかった。しかし 50°C まで加熱すると、蛋白の生合成が 80~90% 阻害され、0.3 Mrad と同時加熱 50°C 併用の場合には、阻害度は 90% 以上になった。

II) かび

果汁製造にさいして、かびによる変敗は、酵母によるものほど大きな問題ではないが、かびの胞子は耐熱性が高いため、実際問題として厄介な問題をおこすことがある。ところがリンゴ果汁中から分離されたかびはいずれも放射線に対する抵抗性が次に示すように低いので、前述の 0.3 Mrad 線量で十分コントロールできる。

| かびの種類 | D_{10} (conidiospore) Krad |
|---------------------------------|------------------------------|
| <i>Pullularia pullulans</i> | 135 |
| <i>Rhinocycladiella</i> spp. | 53 |
| <i>Phialophora mustea</i> | 24~48 |
| <i>Penicillium terrestre</i> | 35~72 |
| <i>Gladospora sphaerosperma</i> | 52 |
| <i>Byssoschlamys fulva</i> | 50 |

これによってみると、*Pullularia pullulans* がもっとも放射線抵抗性が高く、*P. mustea* と *B. fulva* が低い。一方後者の 2 種が果汁中に存在するかびの中でもっとも耐熱性が高いものである。そこで耐熱性の強い *B. fulva* の胞子を果汁 1 ml 中に 10^4 接種して、200~300 Krad 照射したところ 3 カ月間かびの発生を全然みなかった。ということは、0.3 Mrad の照射で耐熱性のかび胞子を全滅させることができるということになる。

(3) 照射リンゴ果汁の安全性に関する動物試験

このテーマは本計画の主要分野である。試験は 1968 年 2 月から開始された。実験計画は FAO-WHO-IAEA Joint Committee の勧告 (1965 年) と米国原子力委員会で最近発表された安全性のための動物試験計画法 (1968) に基づいて立てられた。動物はマウス、ラット、豚 (miniature pig) の 3 種。本計画は 1968 年 6 月 30 日が終期なので、この Final Report にはその全貌を記すことはできなかった模様である。

① リンゴ果汁の処理

リンゴ果汁を加熱しながら、 γ 線照射したものを用いた。線量は 0.4 と 0.8 Mrad。加熱は攪拌しながら照射中に始めの 20 分間に 50°C に達するようにし、それから 20 分間その温度に保ち、その後熱源を切り自然に温度を低下させた。全体の照射時間は約 120 分。照射後少なくとも 24 時間貯蔵したのち、動物実験に用いた。

② 実験値

第 1 区 対照。 第 2 区 未照射リンゴ果汁

第3区 0.4 Mrad 照射。 第4区 0.8 Mrad 照射。

マウスとラットでは、餌の30% (乾物量で) を液体の状態では供給することは不可能なので、あらかじめ餌と果汁を定量的に混ぜたのち、これを凍結乾燥したのち、再びよく混ぜ粉末の状態である。

豚の場合は、他の餌と果汁を混ぜるだけでもよい。

③ 実験結果

1) マウス

マウスは、2種類を用いた。1つはC57BL/10 Jax 黒マウスで、腫瘍の自然発生率が低く1~2%。他はMF-1白マウスで、腫瘍の自然発生率が10~15%である。各区とも雄40匹、雌40匹で合計320匹となる。これを2つのreplicateに分け、各マウスともそれぞれ160匹とした。

MF-1では最初のreplicationは1968年4月24日にスタートした。(生後3週間のもの)。1週間毎に10週にわたって体重を測定、体重増加をしらべた。体重増加曲線は4区とも全く同一で、照射による影響はなにもみとめられなかった。C57では曲線のパターンが前者と異なるが、4区間の差は全然みとめられない。

プロジェクトが6月末で終了したので、第2のreplicationはとりやめ、最初のもは1か年の予定をくりあげて、1968年12月3日に殺し、病理学的調査と完全な血液所見 (red, white, differential counts, hemoglobin, hematocrit など) が行なわれた。詳細なhistologicalなhematologicalなデータがその後えられたはずであるが、今回入手することができなかった。

ii) ラット

使用した種類はSprague Dawley CFEである。最初の計画では、各区雄40匹、雌40匹合計320匹の予定で、それを4つのreplicationに分け、最初のreplicationは雄、雌各10匹で1968年4月1日にスタートした。ところが、第2のreplicationを始める前に米国原子力委員会の新しい計画法が発表され(1968年5月)、動物の最初の世代として400匹を最少として要求された。そこで第2、3、4のreplicationをそれぞれ雄、雌各13匹、13匹、14匹に増加することにして数を合わせ、第2 replicationは1968年6月17日スタートした。生後3週間のもので、毎週1ぺん、10週にわたって体重測定、餌消費量をしらべた。対照群は、果汁を与えた他の3群より、体重増加が大きく、また速度も速かった。しかし果汁を与えた3群の間には差はない。

10週後、かけあわせを行ない繁殖性を記録した。この中からF_{1b}(二代目)を選び、F₀と同じ方法でテストを行ない、更にF_{2a}をつくった。この間F₀からat randomに血液とhistopathologyのテストを行ない、F₀の試験終了時には全部をhistopathologyテストにかけた。

このように第1のreplicationと第2のreplicationの試験が進行しており、それらの全試験はそれぞれ1969年の4月1日と6月17日に終るので、第3、第4 replicationの6~9月間テストは意味がなくなったので試験の開始をやめた。

Ⅲ) 豚 (miniature pig)

1968年2月21日以来、5頭の雄と雌豚よりなる4群で試験が開始された。1頭の雌がテスト直前に死んだので合計39頭の豚で行なった。実験中に、4頭の雄と1頭の雌の計5頭が死んだが、これは照射リンゴ汁の摂取に直接関係する原因によるものではなかった。しかし、照射の有無を問わず、全体の飼料に対して果汁の比率が高すぎたことを示しているように思われる。

1968年12月20日現在で、次のような4群構成でテストが行なわれている。

| | | 雄 | 雌 |
|-----|----------|----|-----------|
| 第1区 | 対照 | 5 | 5 |
| 第2区 | 未照射果汁 | 4 | 3 |
| 第3区 | 0.4 Mrad | 5 | 5 |
| 第4区 | 0.8 Mrad | 2 | 5 |
| 計 | | 16 | + 18 = 34 |

毎週体重測定を行ない、一方4週おきに血液テストを行なった。血液の赤血球、白血球、differential counts のほか、hematocrit と hemoglobin 値も測定された。またビリルビン、全蛋白、アルブミン-グロブリン比率と同時に glutamic pyruvic (SGPT) と oxalacetic (SGOT) トランスアミンナーゼも定量された。また LDH イソザイムと polyacrylamide ゲルによる血清蛋白の分離も4週おきに行なわれた。別に leucocyte mitotic figures のクロモソームが、遺伝的影響を示すものとして検討された。

この動物実験の計画した期間は1か年だったため、終了時期は1969年2月の最終の週と予定されていた。その日まで生きていた豚は全部殺し、それぞれについて完全な histopathological なテストが行なわれることになっている。一方、種々のイソエンザイム系が、異なる器官について測定される予定である。

要するに現在のところ、照射したリンゴ果汁を用いた動物実験で、明らかなわるい影響は何も観察されていない。

なお以上安全性に関する動物実験の詳細な結果については、公式発表記録の入手次第更めて報告する予定である。

(4) 結論

果汁工業に放射線殺菌が利用される見通し

果汁を放射線によって pasteurization することは、従来の加熱法に比べてコストがかなり高い。すなわち、従来の加熱法では1ℓ約2.5円であるに対し、照射では約2.1円もかかる。線源を多目的に利用すれば1ℓ当たり3.6円くらいにはなるが、この場合資本がたぐさ必要となる。(第B-3表) また照射果汁の品質が加熱処理果汁に比べて格別すぐれているともいえないので、現在の条件では、工業的な照射処理の見通しが明るいと考えられない。

しかし将来、耐熱性微生物が繁殖し、これが果汁製造工業に厄介な問題となる可能性がある。このような時機が来た場合には、照射法が有効とみなされることも不可能ではない。

— . — . — . — . — . — . — . — .

以上が Final Report の概略であるが、以上の結論はあまり芳しいものでない。しかし

Seibersdorf Project の成果は、この結論をえたことにあるのではなく、安全性テストの方法論を動物実験のみならず、生化学面から詳細に追求して、今後、研究者に多くの示唆を与えたこと。食品照射の実用化について国際的にまとまって真剣に考えつめる契機を与えたこと。などが、大なる成果と考えられる。

巷間、Seibersdorf Project は失敗に終わったとの説もあるが、これはきわめて浅見であり、有意義な遺産を残したといつてよいと思われる。

(IV) 将来計画

Seibersdorf 計画が一段落すんだのち、オーストリアでこの研究所でどのような計画をもっているかについて質問を行なつた。

(1) まず Seibersdorf 計画の動物実験の長期試験の結果は今年 2-3 月に完全にまとまるであらう。そしてこの問題についてはその後は打ち切りにする。

(2) 新しい計画

所長の Dr. Altman の専門分野の領域のためか、今後食品照射の実用性に関する研究にはタッチしないようである。主に基礎的な医薬品を対象にした研究に重点がおかれるようである。

たとえば次のごとし。

① 新しい薬品の製造

コルチゾーンはリュウマチの特効薬として知られているが、ステロイドに照射して新しい薬品を作って、医薬の新規開拓を行なう。これには業界が応援して動物室をつくることになっており、病院と協力して研究を行なう。

② Isotope 法の活用

アイソトープを使ってリュウマチその他の病気の診断に役立たせる研究を行なう。

③ 修復酵素の研究

これに関して purine metabolism に関する研究を主として検討する。

④ 環境衛生の研究

これは放射化分析の領域であるが、農薬などからくる Hg の分析を行なう。

このようになかたりの変化がみられるが、この部門で今回の新国際食品照射計画の一部を分担する意志のあることを表明している。

第 B - 1 表 照射食品許可の現状 (1)

GENERAL SURVEY OF IRRADIATED FOOD PRODUCTS CLEARED FOR HUMAN CONSUMPTION
IN DIFFERENT COUNTRIES. (May 1970)

| Country | Product | Purpose of Irradiation | Radiation Source | Dose (permissible range) (Krad) | Date of approval |
|-----------------|--|------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|
| CANADA | potatoes | sprout inhibition | Cobalt 60 | 10max. | 9 November 1960 |
| | | | | 15max. | 14 June 1963 |
| | wheat and wheat products | insect disinfection | Cobalt 60 | 75max. | 23 February 1969 |
| ISRAEL | potatoes | sprout inhibition | Cobalt 60 | 15max. | 5 July 1967 |
| | onions | sprout inhibition | Cobalt 60 | 10max. | 25 July 1968 |
| NETHERLANDS | asparagus (experimental batches) | radurization | Cobalt 60 | 200max. | 7 May 1969 |
| | cacaobean (experimental batches) | disinfection | Cobalt 60 | 70max. | 7 May 1969 |
| | strawberries (experimental batches) | radurization | Cobalt 60 | 250max. | 7 May 1969 |
| | mushrooms | radurization | Cobalt 60 | 250max. | 23 October 1969 |
| | | | 4 MeV Electrons | | |
| | potatoes | sprout inhibition | Cobalt 60 | 15max. | 23 March 1970 |
| 4 MeV Electrons | | | | | |
| SPAIN | potatoes | sprout inhibition | Cobalt 60 | 5-15 | 4 November 1969 |

J A E R I - m e m o 4 3 9 5

GENERAL SURVEY OF IRRADIATED FOOD PRODUCTS CLEARED FOR HUMAN CONSUMPTION
IN DIFFERENT COUNTRIES. (January 1970)

| Country | Product | Purpose of Irradiation | Radiation Source | Dose (permissible range) (Krad) | Date of approval | |
|---------|---|---|------------------------|---------------------------------|------------------|------------|
| USA | wheat & wheat products | insect disinfection | Cobalt 60 | 20-50 | 21 August 1963 | |
| | | | Cesium 137 | 20-50 | 20 October 1964 | |
| | | | 5MeV Electrons | 20-50 | 26 February 1966 | |
| | white potatoes | sprout inhibition | Cobalt 60 | 5-10 | 30 June 1964 | |
| | | | Cesium 137 | 5-10 | 20 October 1964 | |
| | | | Cobalt 60 & Cesium 137 | 5-15 | 1 November 1965 | |
| USSR | potatoes | sprout inhibition | Cobalt 60 | 10 | 14 March 1958 | |
| | grain | insect disinfection | Cobalt 60 | 30 | 1959 | |
| | dried fruits | insect disinfection | Cobalt 60 | 100 | 15 February 1966 | |
| | dry food concentrates | insect disinfection | Cobalt 60 | 70 | 6 June 1966 | |
| | fresh fruits & vegetables (experimental batches) | radurization (extension of market life) | Cobalt 60 | 200-400 | 11 July 1964 | |
| | semi-prepared raw beef, pork & rabbit products, in plastic bags (experimental batches) | radurization | Cobalt 60 | 600-800 | 11 July 1964 | |
| | poultry eviscerated, in plastic bags (experimental batches) | radurization | Cobalt 60 | 600 | 4 July 1966 | |
| | culinary prepared meat products (fried meat, entrecote), in plastic bags (experimental batches) | radurization | Cobalt 60 | 800 | 1 February 1967 | |
| | onions (experimental batches) | sprout inhibition | Cobalt 60 | 6 | 25 February 1967 | |
| | WHO | potatoes | | | 7.5 | April 1969 |
| | | wheat and wheat products | | | 15 | April 1967 |

JAE RI - memo 4395

第 B - 2 表 参加国, 参加人员, 提出金

| Countries | Year | Staff* | | | Financial Contri- bution for Materials, Supplies and Travel |
|-------------|------|------------------|----|---|---|
| | | P (Man Month) | A | C | |
| Austria | 1965 | 84 | 21 | 4 | 61,000 |
| | 1966 | 88 | 26 | 4 | 79,230 |
| | 1967 | 133 | 27 | 4 | 41,010 |
| | 1968 | 133 | 27 | 4 | 13,800 |
| Canada | 1965 | - | - | - | - |
| | 1966 | - | - | - | - |
| | 1967 | 5 | - | - | - |
| | 1968 | 12 | 1 | - | 12,250 |
| Denmark | 1965 | - | - | - | - |
| | 1966 | 11 | - | - | 500 |
| | 1967 | 12 | 1 | - | 500 |
| | 1968 | 12 | 1 | - | - |
| France | 1965 | 8 | - | - | - |
| | 1966 | 6 | - | - | 500 |
| | 1967 | - | - | - | - |
| | 1968 | - | - | - | - |
| Germany | 1965 | 11 | 2 | - | 1,500 |
| | 1966 | 24 | 3 | - | 7,000 |
| | 1967 | 24 | 3 | - | 4,500 |
| | 1968 | 22 | 3 | - | 4,500 |
| Italy | 1965 | - | - | - | - |
| | 1966 | 3 | - | - | 2,901 |
| | 1967 | 12 | - | - | 1,826 |
| | 1968 | 19 | - | - | 1,153 |
| Japan | 1965 | - | - | - | - |
| | 1966 | 5 | - | - | 7,900 |
| | 1967 | 12 | 1 | - | 4,300 |
| | 1968 | 12 | 1 | - | - |
| Spain | 1965 | 5 | - | - | - |
| | 1966 | 7 | - | - | 500 |
| | 1967 | 3 | - | - | - |
| | 1968 | 7 | - | - | - |
| Switzerland | 1965 | 3 | - | - | - |
| | 1966 | 10 | - | - | 500 |
| | 1967 | 2 | - | - | - |
| | 1968 | 12 | - | - | 1,000 |
| USA | 1965 | - | - | - | - |
| | 1966 | 10 | - | - | - |
| | 1967 | 17 | - | - | 1,000 |
| | 1968 | 16 | - | - | - |
| BNEA | 1965 | 12 | - | - | - |
| | 1966 | 12 | - | 1 | - |
| | 1967 | 12 | - | - | - |
| | 1968 | 12 | - | - | - |
| IAEA | 1965 | 33 | - | - | - |
| | 1966 | 22 | - | - | - |
| | 1967 | 43 | - | - | - |
| | 1968 | 58 | - | - | - |

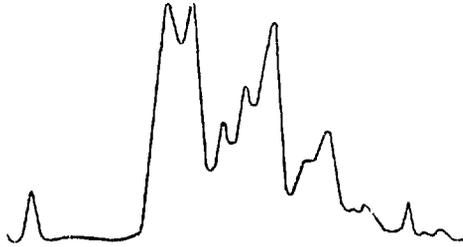
* P-Professional, A-Auxiliary, C-Consultant



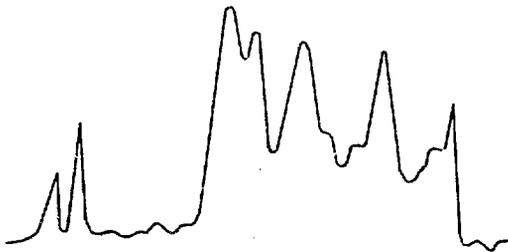
第B-1図 サイバースドルフ研究所の外観
(Inst. for Biology and Agriculture)



Veltliner grape juice



Sylvaner grape juice



Burgunder grape juice

第 B - 2 図 ジュース蛋白の電気泳動図
GEL ELECTROPHORESIS IN POLYACRYLAMIDE

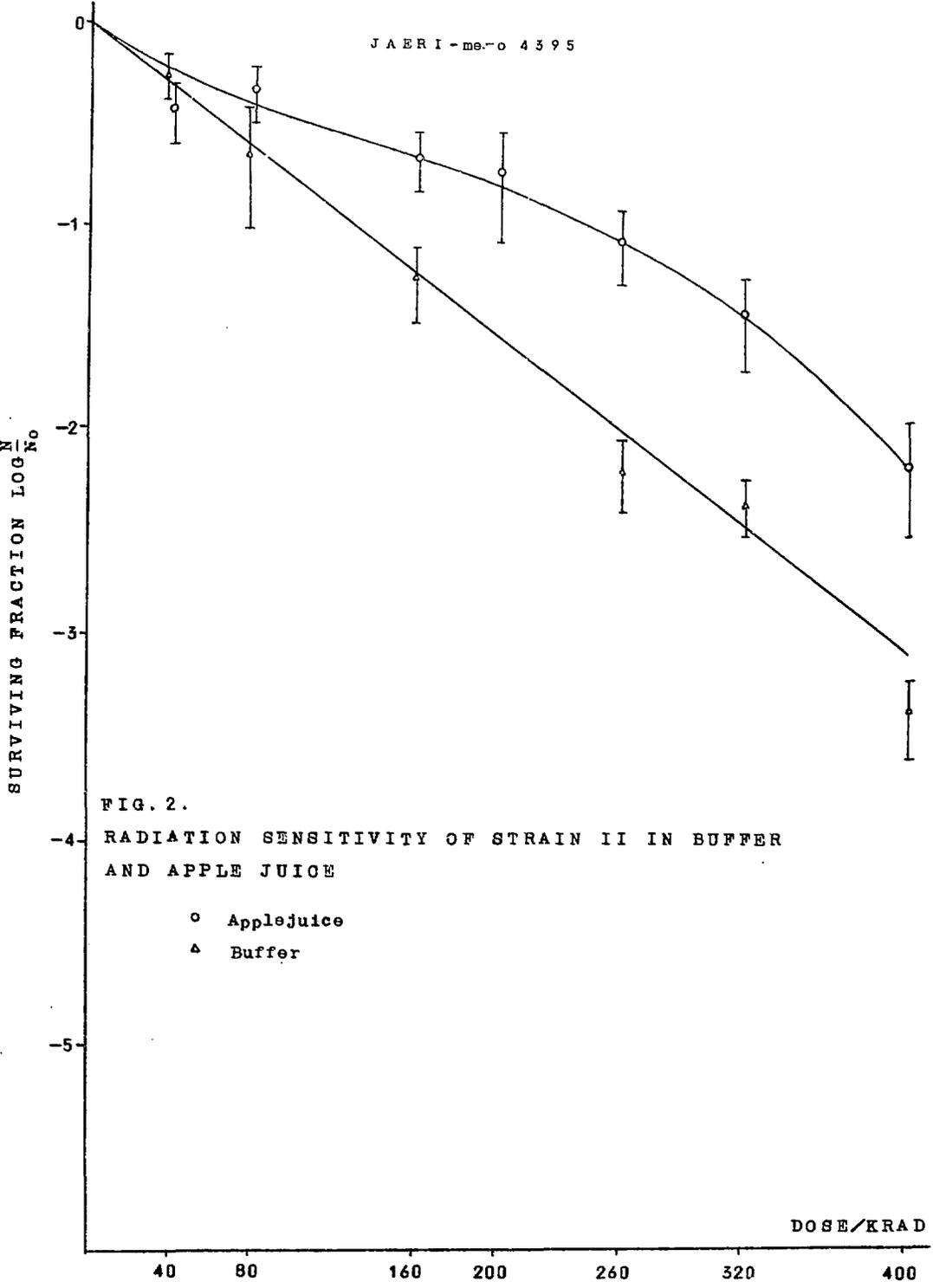


FIG. 2.
RADIATION SENSITIVITY OF STRAIN II IN BUFFER
AND APPLE JUICE

○ Applejuice
△ Buffer

第 B - 3 図 Strain II の放射線抵抗性

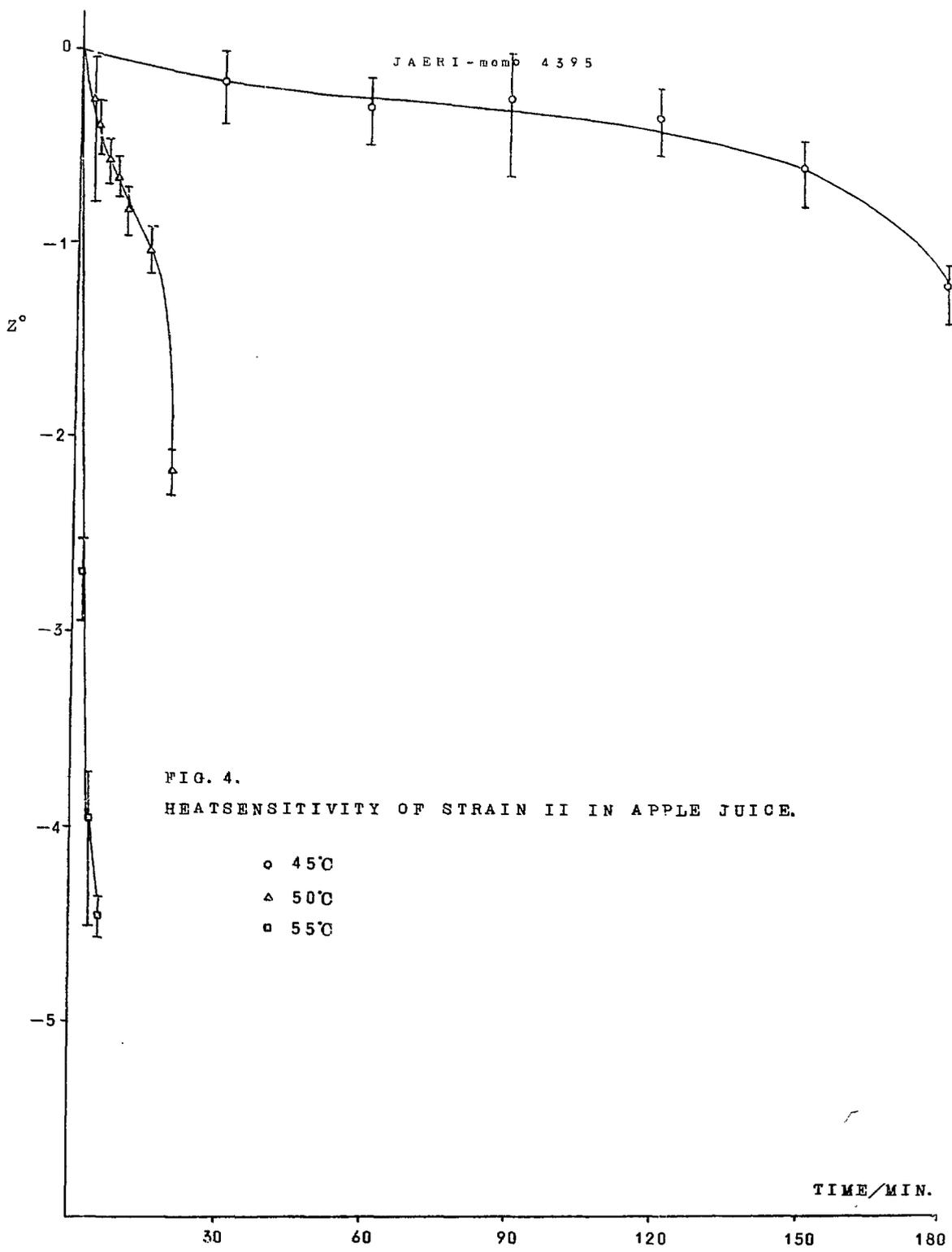


FIG. 4.
HEAT SENSITIVITY OF STRAIN II IN APPLE JUICE.

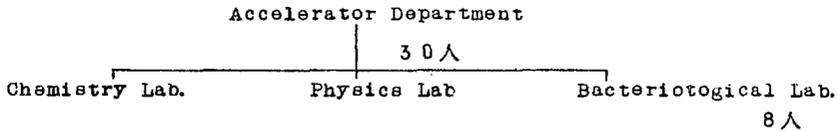
- 45°C
- △ 50°C
- 55°C

C デンマーク

Danish Atomic Energy Commission, Research Establishment Risø.

(I) The Accelerator Department.

デンマークでは Risø を訪問, The Accelerator Department をたずねた。この所長は DR. Holm で次の組織構成になっている。



(1) 照射装置

3つの線源をもっている

- ① 10 MeV Linac.
- ② 2 MeV Febetron (Field Emission Cooperation 製)
- ③ 400 KeV IOT (High Voltage)

これらは主として Radiation Chemistry and Radiation Chemistry Applications のため、一部で Bacteriology と Food Irradiation を行なっている。

現在開発中および予定のもの

- ① smaller unit for industrial purposes 50~100 KeV: 低線量による植物への刺激に用いる。
- ② 同型のもので特殊な線源 (コバルト)
リング状 (γ-cell type) で, Chamber の周囲に線源を配列し, そのリング状線源の回転によって照射の均一性をはかる。1万 Ci のもの現在 5000 Ci
- ③ 細菌学用のもの (γ-cell, 1000 Ci → 800 Ci)
- ④ 極小型 (数百 eV) の加速器

基礎放射線化学用

(2) Dosimetry

コバルト-60: 常法の Calibration 法による。精度 1% 以上。

Linac : {
 { アルミニウム熱量計
 { ionization chamber
 { Chemical systems

これらの精度は 15% 以下

Water calorimeter
 (Petri-dish calorimeter)

またチゴリカロリメーターを開発した。線量計はコンベアシステムにのって照射室に入り, 入口と出口で温度をチェックする。精度は 2% で実用的には非常によい。この方法は標準化するのに長年月を要した。

(3) 研究グループ

Dosimetry と Radiation Technology は 10~5 年前にスタートした。前者について

は10年以上もたっており、所長のHolm氏は世界的権威でI A E AのMannual of Radiation Dosimetryに参加している。またこれらには、Prominent guest Scientistsが参加している。

たとえばU. S. A. National Bureau of Standardやユネスコなどで、主としてlow energy machine と Computer programming について研究している。

〔II〕 食品照射の現状

(1) ここでは食品照射研究は一部しかやっていない。しかし国内の研究協力態勢は整っている。すなわち、

Meat Research Institute ————— Meat
 University of Fishery ————— Fish
 Agricultural Department ————— Fruit, Vegetable

ただし微生物などについてはこの研究所でやっている。

米国や英国におけるように食品の安全性に莫大な投資をすることは許されないの、これらの国における許可を坐して待っているところである。

それでこの国としてはもっとmethodological researchを行なっている。

たとえば次のような実験が盛んである。

① 微生物学的安全性について、Bacteriological Lab.でDr. Emborgが中心になっている。

○ 一つは医薬品殺菌の微生物学研究：

デンマークの研究によれば、注射針や注射筒から分離した菌株(10株)について 10^8 のオーダーで微生物を殺すに要する線量は第C-1図に示すごとくで、グラム陽性の細菌では4~5 Mradを必要とする。この見解は後述する英国の線量とかなりの差があり、現在のところ両者互にゆずらず平行線を辿っている。デンマークではアメリカのポリリナム菌の殺菌線量4.5~5.6 Mradと同規準をとっているのであるという。

リゾの原研では、国のControl DepartmentのA. Christensenと共同研究を行なっているが、この研究によると第C-2図がえられている。すなわち、放射線抵抗性菌としてM. radioduransは著名であるが、これはそう何処にでも棲息している菌ではない。汎在しており医薬品関係として問題になるのは、Str. faeciumであり、この変異株がこわい。この菌の放射線抵抗性は第C-2図のごとくかなり強い抵抗性がみられる。それで殺菌のmaker菌としてこの菌を使うことを提唱している。

○ 次に食品照射の微生物学的研究：

これについては、放射後遺留微生物(危険性)の問題があり、一方照射の影響が考えられる。たとえば、照射の繰り返しによる抵抗性の増大(1.5 M→7 Mrad)や、照射による抵抗性の増大の付与などがある。(1.5 M→6 Mrad)

これらは実際の食品照射にとってεわめて重要な示唆を含んでおり、わが国でもとりあぐべきテーマであろう。

ここでは実験用動物用の無菌飼料に興味をもっており、これは農場の豚などの飼料にも要請

されている。無菌飼料の方が成長、収量がよいといわれている。この面ではイタリアやオランダの研究所とも共同している。

○ 微生物的線量測定

この研究所でやっている興味ある一つの研究として、微生物的線量測定がある。

これは I A E A によって 1966 年に刊行された "The Recommended Code of Practice for Radiation Sterilization" に中に、〔放射線殺菌の線量は、最初の汚染程度に関連がある〕 (Code of Practice 3.2)

また、物理学的あるいは化学的線量測定ではかった線量は、照射装置が異なる場合には、同じ線量でも同じ微生物学効果を示すとは限らない。したがって、照射装置の微生物学効果は、微生物学的標準サンプル (Marker 菌) によってチェックすることが推奨されている。(Code of Practice 3.1)

この目的で Wantage と Riso のコバルト-60 プラントについて微生物学的効果が比較された。その結果は、次のごとくで (第 0-3 ~ 0-6 図)、よく一致することがわかった。しかし未公開ではあるが、高研の高線量装置による data ではバラツキが大きく、問題のあることが認められている。この研究は国立衛試の田辺氏のなされたものであるが、かかる研究のためには、現有のものの管理を十分しなければならぬことが痛感された。

② 動物実験方法について

米国では、食品添加物法に基づいて、照射と添加物とを同一視している。ということは、個々の食品についてそれぞれ検討している。

ところでデンマークでは natural balanced diet についてラットの飼育試験を行なっている。その試験区として、

I) 温和な加熱処理

II) ポリナムに対する殺菌処理

III) 5 Mrad 照射食品

の3区をとり、その間の差をみる。----- 有意差はない。

また実験時期について、米国では生れてからのものを材料とするが、こちらでは、一生のなかでいちばん感受性の高い妊娠時期から飼育をスタートさせる。なおラットは、無菌飼料の場合、照射したのより好む。これは、組織 (触感、食感) のせいであろう。

また最も実験誤差の小さな方法、統計学的誤差の小さな方法を開発、研究している。

(2) デンマークで有望視されるもの。

国内では、小国であり、食糧の流通は新鮮状態できわめて容易であり、また cold chain も昔から発達しているため、それほど必要性は高くない。

しかし輸入市場 (イギリス、アメリカ、中欧など) を考えたとき問題となる。このためペーコン、ハムおよびカソリック国には魚などの照射がある。このほか興味あるものとして Spices と Biological raw materials がある。前者はエチレンオキサイドではうまくいかない。後者は製薬工業への原材料の殺菌である。

(3) ポテトの照射

ポテトが、すでに法的に約半年前に許可になっている。まだ市場には出ていない。

デンマークではポテトは、特殊な流通関係にある。春にはイタリアから輸入し、秋には南方諸国に輸出している。

(4) 法的許可について

前述のようにアメリカが行なっているような安全性テストはやらない。無害性を立証するデータがあればよい。ポテトもカナダのデータを提出して認可をえたという。

将来も、WHO, IAEA その他の研究先進国のデータを提出すれば認可がえられるであろうと述べている。

(5) その他

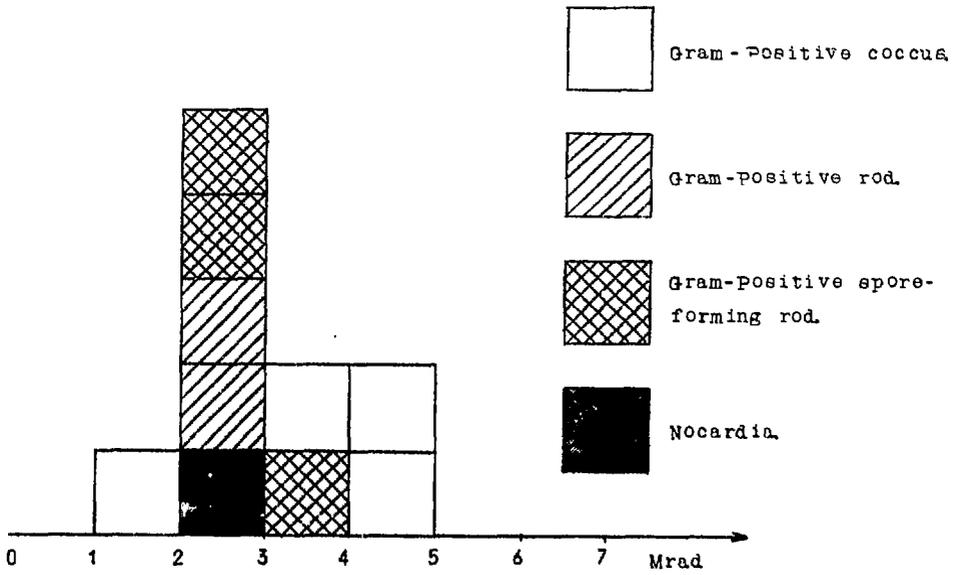
リゾの研究グループは dosimetry (特にバクテリアによる)の問題についてトラブルがあるところには、直に出張して問題の解決に協力していることを強張っていた。日本にもよることで出張するといっていた。

なお、National Institute of Public Health の J. Spander の [照射食品の国際的衛生的考え方]と題する論文を入手したが参考になるので紹介する。

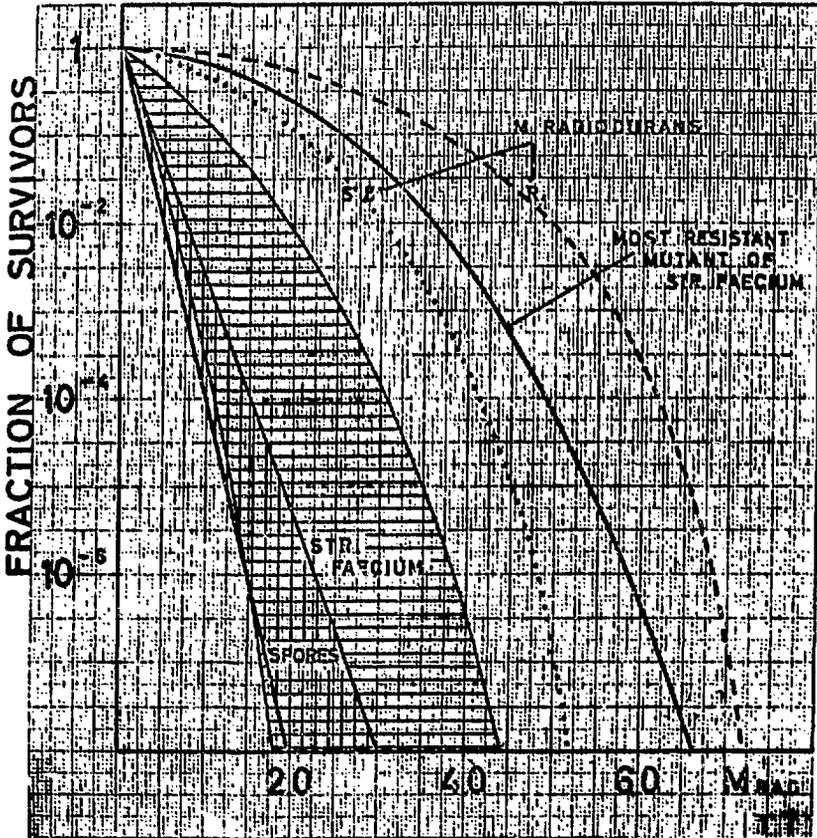
1969年のジュネーブ会議で Wholesomeness test に関する事項がとりきめられた。WHO Technical Report Series No. 316 (1966), 451 (1970), 144 (1958), 220 (1961), 383 (1968), 348 (1967)

すなわち、腫瘍の誘発に対する特別の注意を払った長期毒性試験および繁殖試験による催奇形物質の発生および突然変異物質の生成などのチェックの試験を行なうべきであるとされた。この会議ではジャガイモ、小麦および小麦粉の照射物は、毒性試験のデータは毒性または発癌性についての十分な証明をしていないと決定した。しかしあいまいな結果がいくつかのデータからえられているので、7500 radまでは仮に許可することにした。そして、1974年4月30日までに追加データをつけ加えるべきである。また小麦、小麦粉についても同様のことから仮の許可をすることにした。線量は1500 rad。タマネギについては十分でないので不許可とすることにした。

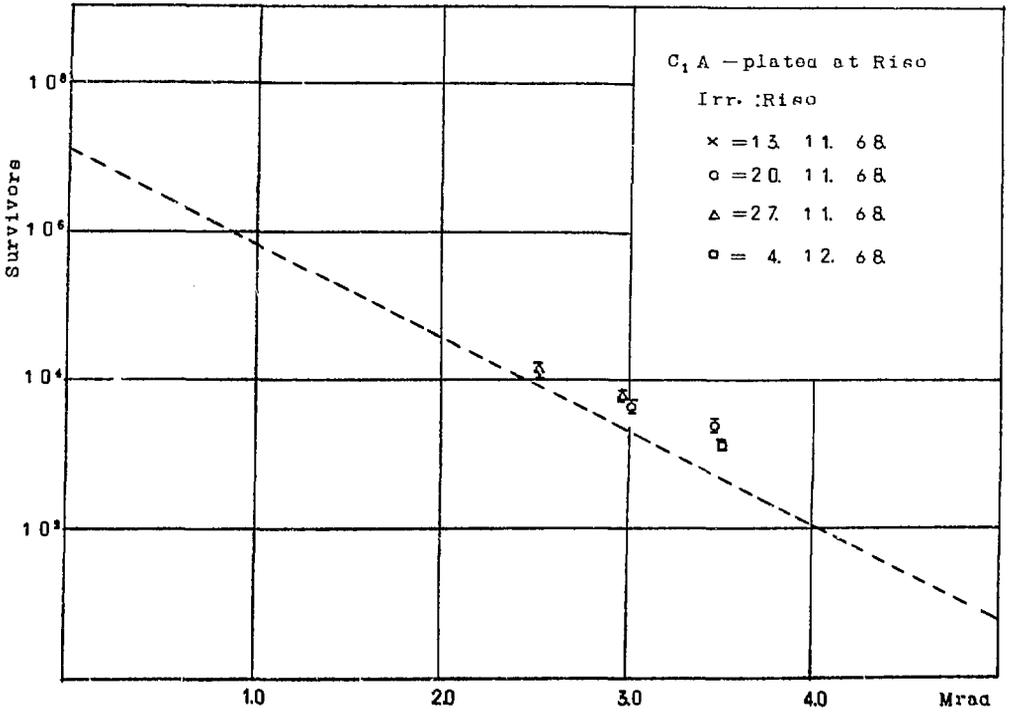
このような事情から、IAEAとFAOとENEAが照射食品の Wholesomeness テストの国際プロジェクトを組むことを決定することが望まれている。そして多くの研究室がWHOの指導の下に連絡をとりながら、安全性テストを行なうことが決定され、1970年10月にパリで調印された。これが今回の国際食品照射計画の背景となっている。



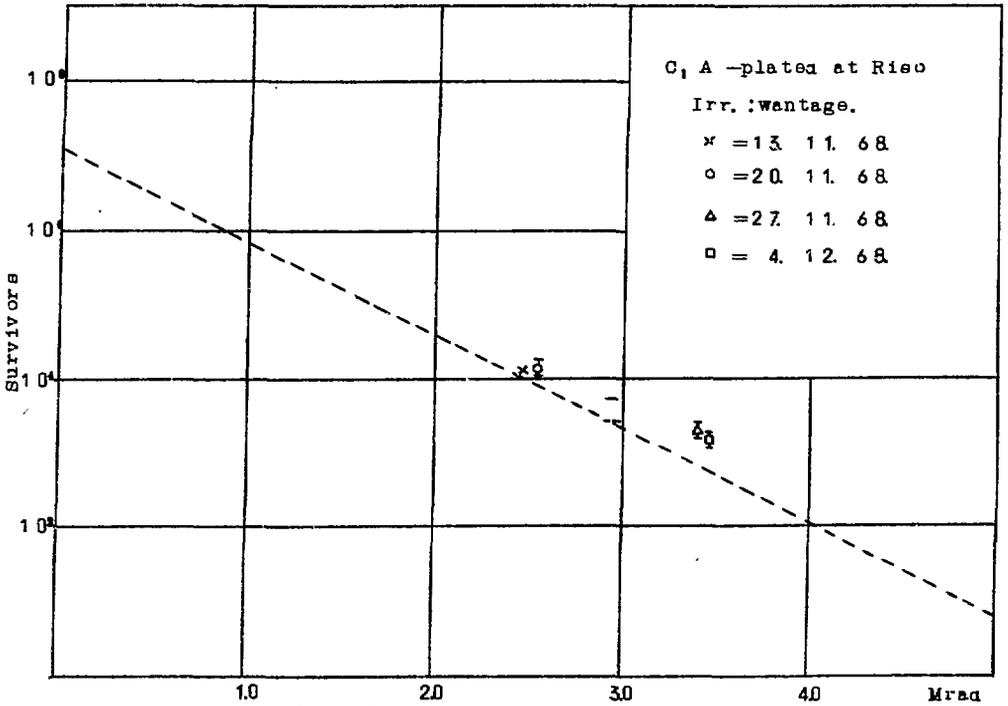
第 C-1 図 分離株菌を 10⁸ 殺菌するに要する線量



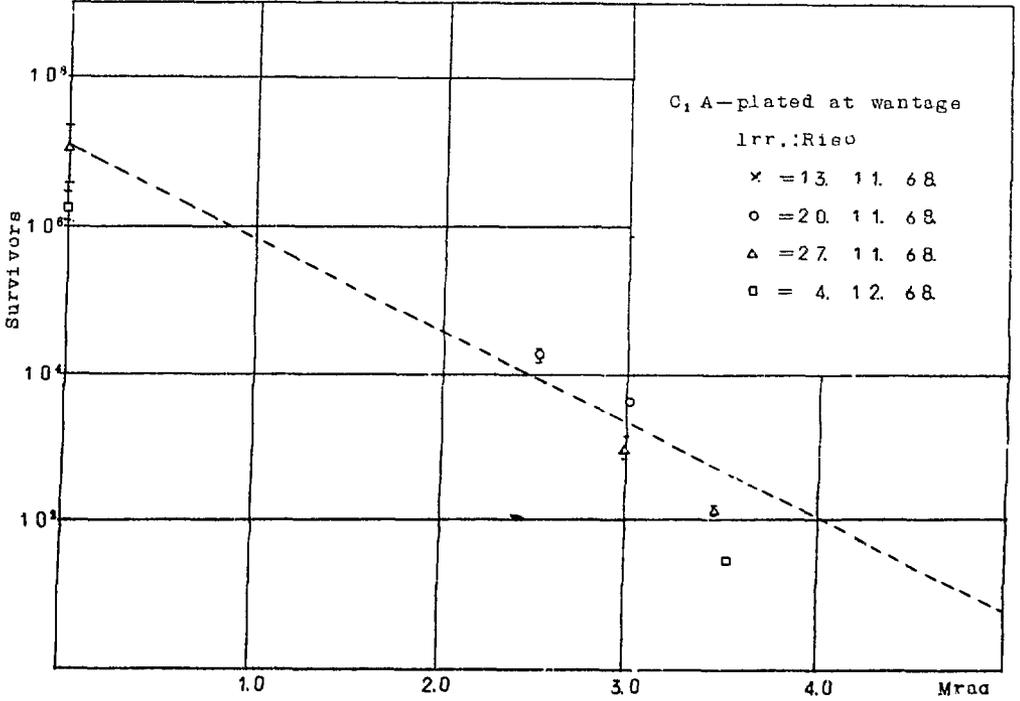
第C-2図 各種菌株の放射線抵抗性の比較



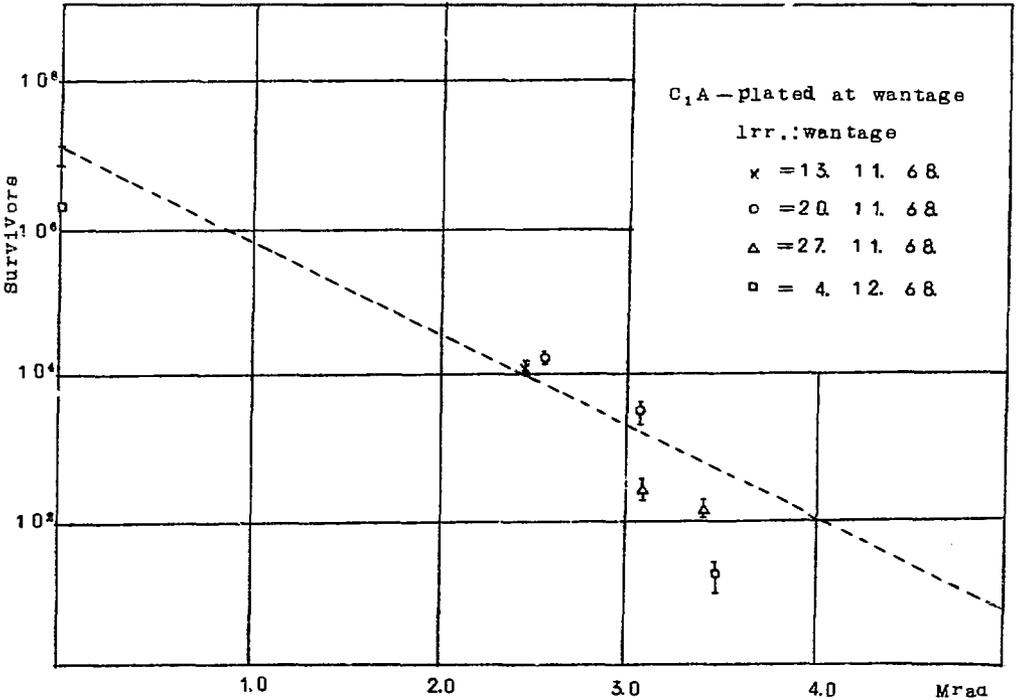
第C-3図 Bac. sphaericus C₁Aの死滅曲線(1)



第C-4図 (2)



第 C - 5 图



第 C - 6 图 (4)

D. オランダ

EURATOM-ITAL

この研究所は名の示すとおり、ユーラトムとオランダが共同で運営している研究所である。これまであまり有名ではなかったが、実際に見学して、わが国のこれからの食品照射研究開発の在り方について多大の示唆をえた。

最近オランダは食品照射についてきわめて積極的であり、IAEAの発表による1970年5月現在における法的照射食品リストをみてわかるとおり、かなり多くのものが1969～1970年にかけて許可されている。

この品目にふれる前に海外諸国における照射食品の法的取り扱い方の原則にふれておく。大きくわけて3つの段階がある。(1)は実験室段階の研究でno marketingであり、もちろん許可されていない。(2)はいわゆる法的許可はするがexperimental batchesの段階で、restrict marketingであり、(3)はOpen marketingである。

ところでオランダでは第B-1表に示すように、1969年に、マッシュルーム、1970年にポテトのOpen marketingが許可され、一方1969年に、アスパラガス、カカオビーンズ、苺について(2)タイプのrestrict marketingが許可されている。

なぜこのように積極的であるかについてその背景を聞きただしたところ次のような事情がわかった。

- (1) オランダは農業国であり、農産物は豊富でありかつ国が小さいので流通事情は比較的良好的なので、国内における食糧保存のためには、食品照射はそれほど必要性は高くない。しかしポテトは別である。ポテトは年産500万tであり、そのうち200万tが一般の消費に廻され、他は籾芋や加工に使われる。したがって家庭におけるポテトの消費量はかなり多い。そして10月に収穫されるが、1月になると発芽を始めロスがきわめて多い。そこにポテトの発芽抑制の必要性が生じている。これがポテトがとりあげられた背景である。
- (2) 農産物の生産が多く、輸出国である。輸出するに当っては当然、貯蔵性が問題になってくる。アスパラガスや苺などはこの面からの課題である。
- (3) 政府機関である厚生省として、貯蔵のための添加物より放射線照射が望ましいという考え方に立っているので研究開発の推進がやりやすい。

〔I〕 機構および研究開発態勢

ITALというのとはオランダ語でInstituut voor Toepassing van Atoomenergie in de Landbouwの略で英訳すると、Institute for the Application of Atomic Science in Agriculture という。1969年定員113名、この所長をDr. de Zeeuw という。この下に4つのdivisionがあり、その1つにFood Irradiation Laboratory Sectionがある(第D-1図)。このほかに独立してPilot Plant for Food Irradiationがあり、Dr. Ulmannが長の位置にある。

この研究所の研究の在り方として非常に特徴的なことは外部との共同研究態勢がうまくいっていることである。まず国内においては、乳製品、肉、鶏、魚、野菜・果物、穀物およびポテトを専門とする7つのLaboratoriesとjoint projectをつくり、ITALがその

leader になっている。そのほか外国ともコンタクトして研究を推進し、効率的な研究をゆざしている。

(II) 研究内容

(1) 照射効果

I) 農産物

前に述べた法的許可食品についてもなお研究をつづけている。ここの研究方針を要約すると、Methodology と model products の開発ということになる。マッシュルームとポテトが model products の例であり、これによって鮮度保持や発芽抑制の検討を行なう。このほか fresh product の例として、肉と魚があげられる。

II) 肉類・魚類

肉類の保存のために重要なことは、Clostridium botulinum の胞子を殺すことであり、Clo. botulinum は低温でも繁殖するので除去することが厄介である。そうかといって加熱すると、蛋白の変性がおこるのみでなく、肉は熱伝導がわるいので、不必要な加熱が必要となる。また照射によるとすれば 10^{13} order の胞子を殺す必要があるため 5 Mrad 程度の極量が要求され、当然 off flavor, off taste の問題がおこる。そこでこの研究所では主に加熱と照射の併用実験を行なっている。すなわち、ハムの場合、70°C と 0.5 Mrad の併用によって、これら単独よりきわめてすぐれた効果をあげている。この場合加熱の前に照射を行なう。そうすると胞子が熱に対して非常に感受性が高くなる。また増感剤を使うことも考えている。たとえば、ハムの場合硝酸ソーダや亜硝酸ソーダなどがそれである。

また腐敗しやすい生肉の場合、植物細胞は、0.1~0.5 Mrad 程度で死滅するので、貯蔵性の延長ができる。

なお魚についても同様の問題があるが、魚の場合には sterilization をねらわず、pasteurization を目的とし、0.3~0.5 Mrad 照射を目標にする。ただし、このとき Micro. radiodurans が残存する可能性があるのもので、やはり加熱との併用を考えているという。また増感剤の併用効果は著しい(第 D-1 図)

III) 動物飼料

魚粉の殺菌が問題であり、その原因は Salmonella 汚染である。普通加熱殺菌を行いが二次汚染の危険がある。そこで放射線殺菌が考えられるが、高極量を必要とするので経済的に問題があり、ここでも加熱との併用が考えられている。

なお実験動物用飼料の場合には、2.5 Mrad, SPF (specific pathogen free) 動物のためには 0.8 Mrad で十分であるという。

IV) 今後の対照品目

今後 spice, broiler, raw fish が期待されている。

(2) 安全性

安全性試験についても、協力態勢をしいている。すなわち、デンマークの原子力研究所の Dr. Holm やユトレヒトにある National Institute of Public Health と共同して実験を行なっている。そして実験用照射試料は全部この研究所が受けもっている。

なお食品個々について安全性試験を行なうというのではなく、ポテトの場合にはWHOが許可したのでその線に沿って許可し、国としては全然やらない。

蕈については短期毒性のみ、今後エビ、スパイスについても短期テストのみ行なう。マッシュルームとブロイラーについては長期試験を行なうというように食品についてそれぞれが違った角度から検討していることがうかがわれる。

Ⅲ) Pilot plantの活動

一般論的に、食品照射の新技术としての評価や新貯蔵法その他としての長所は認められているが、実際問題になると、照射コストや法規上の問題が前途に横たわっている。しかし、オランダ政府はこれらの障碍にも拘らず、国内産業、輸出産業のためこの新しい技術の重要性を認識し、照射食品のためのpilot plant設立のため、六つの食糧供給団体の協力をえて、ここに“Proefbedrijf Voedselbestraling”を設立した。この組織は1965年末につくられた。Pilot plantの建設は1966年8月に開始され、建物は1967年の8月に完成された。

Pilot plantの全貌は第D-3図、第D-4図に示すとおりであり、つぎの部分より構成されている。

- 1) 作業エリア (貯蔵・処理センターをかねる)
- 2) 線源、コバルト60線源
- 3) 電子加速器 (Van de Graaff)

注：線量は10 Krad ~ 4.5 Mrad まで変化可能

現在、250 Krad 線量で500 kg/hr の能力がでるようにコバルト線源は調整されている。

- 4) 別室 強い臭を発するもの(チーズ、魚など)の処理のための室
- 5) } 低温室 簡単にくさりやすい食品の貯蔵室
- 6) }
- 7) ~ 12) 管理室および技術関係室

ここで大量に照射している主な食品は、鶏肉、蕈、魚、ポテト、肉、チーズなどであり、技術開発の主眼点は次のとおりである。

- ① 技術的観点から現在の技術の改良 ② 照射の適応性の増大 ③ 新技术の開発
 なお、これらの要請は次の5つの食品産業から求められている。

- 1) 野菜缶詰工業
- 2) ペットフード工業
- 3) 果物輸出業界
- 4) 豚屠殺業界
- 5) 魚缶詰工業

このように国内の業界との連絡がきわめて密接であることは驚くほどで、わが国において学ぶべきところである。一方輸出食品を取り扱う関係上、輸入国との間にも協力態勢がとられ、OECDやFAOタイプのグループと共同している。

なお原子力平和利用の一つとして食品照射は、最も有望なものの一つであるが、この将来性を荷うものは pilot plant であり、この成否は食品照射の前途を決定するものであるから、責任が重大であり、慎重に実験を行なっていると、D_R. Ulmann は副志をもやしていた。

(IV) 照射コストについて

この Pilot plant は全く工業化を目的として single purpos のもとに作られている。従って照射効率を非常に重んじている。

照射効率をよくするために線源の廻りに多くの箱をおく方がよい。しかし、線量の吸収をみると第 D-5 図のごとくになり、2つの箱ですてに $80 + 15 = 95\%$ を吸収する。したがって第3番の箱を設けることは必ずしも能率的ではない。そこで今、2つの箱をセットした場合を考えるら、第 D-6 図とする。このようにコンペア運行を線量分布が均一になるようにする。そのとき箱の中心部が最小線量であり、照射する物によって均一照射のために最適な箱の大きさがきまってくる。このとき大切なのは $\frac{D_{max}}{D_{min}}$ の比の大きさである。

第 D-7 図は、Ci 数と生産量と照射効率との相関関係を示す。(15%, 25%, 35% はそれぞれ1箱, 2箱, 3箱の場合), 1箱と2箱との間に非常に大きな差が現われることが認められる。第 D-8 図は具体的に効率25%のとき, 10万 Ci と20万 Ci の場合の生産量を示す。

次に投資関係について考えてみる。

生産量と投資額との関係は第 D-1 表となる。なお、単一目的でなく、ポテトと玉ネギのように多目的に使ったときの照射コストは第 D-2 表のごとし。

また、生産能力が異なるときのポテトと玉ネギの照射コストの変化は第 D-9 図のごとくで、1万トンから2万トンになるときの低下は著しい。

(V) 法的許可の手順

オランダにおける照射食品の法的許可の手順について若干の調査結果がえられた。それによると、まず I T A L の Pilot plant から厚生省に申請書が提出される。するとこれを審査する Committee があり、この会は2月おきに開催されるが、この委員会において判断する。そして規則として厚生省から委員会に提出されてから4か月以内になんらかの決定を行なわなければならないことになっているという。

この委員会の決定資料として安全性に関するデータは必ずしも、オランダでのデータを必ずしも要求していない。たとえば次のとおりである。

| | | |
|-----|-------|------|
| イチゴ | ----- | アメリカ |
| ポテト | | WHO |
| 鶏肉 | | オランダ |
| 魚 | | イギリス |
| 凍結肉 | | イギリス |
| エビ | | オランダ |

穀物 -----アメリカ

などとなっている。

各国が同じ食品についてそれぞれ同じ実験を行なうことは、非能率的であり、無駄でもあるわけで、この点から今回の新国際照射計画の立案となったことと思われる。このオランダ方式が望ましいが、わが国は特殊事情があるので、このような風には行かないかもしれないが、オランダ方式は大変参考になった。

(VI) 最近の話題

(1) ドイツにおける海上での魚の照射

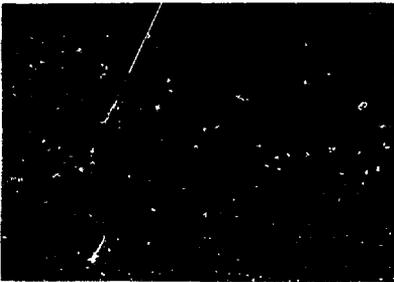
1970年の初め、ドイツの深海漁業界は、食品照射の研究に着手した。X線装置を船にのせて照射するものである。この研究には厚生省が共同している。このことは食品照射が食品保存法として有用であり、健全であることを示すものである。このため、ドイツとオランダとの間に共同研究が、1970年11月5日、カールスルーエにおいて締結された。ドイツは船上でオランダは、パイロットプラントで行なうことになっている。

(2) スイスとデンマークがオランダに照射ポテトの注文発注

スイスとデンマークは約10トンの照射ポテトをオランダから輸入することになった。この決定はESNA (European Society for Nuclear methods in Agriculture) の技術グループの合意に基づくものである。

(3) 照射マッシュルームの市販

1970年6月3日、最初の照射マッシュルームが市販される。これは250g宛プラスチックで包装され、照射したマークがはられている。(この反響については聞き洩した)。



第 D - 1 表 投資額

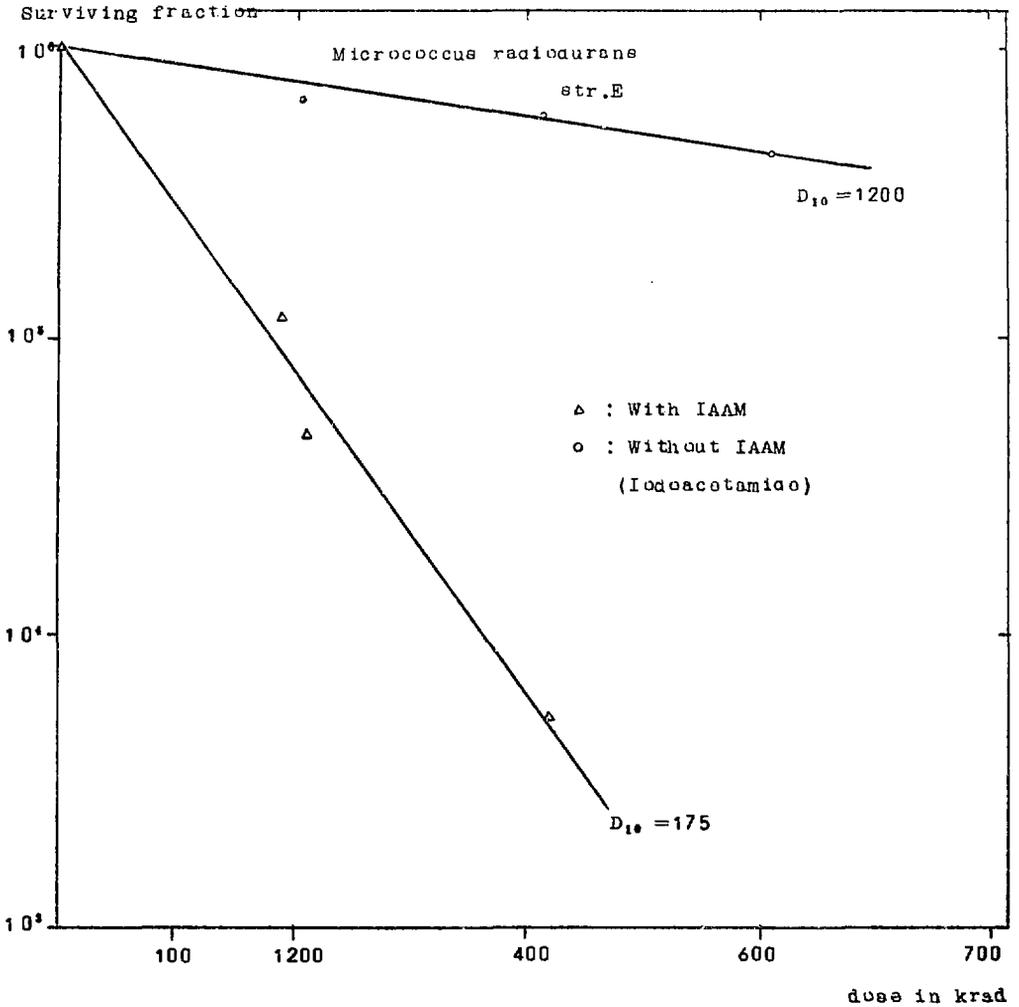
| | |
|----------------|----------------------|
| 1. 装置 | |
| 照射装置 | 3 6, 0 0 0 千円 |
| 遮 蔽 | 1 6, 0 0 0 |
| その他装置 | 4, 5 0 0 |
| 建 物 | 1 0, 0 0 0 |
| 計 | 6 6, 5 0 0 (コバルトを除く) |
| 2. コバルト線源コスト | |
| 1 万トン/年 (生産) | 1 4, 2 0 0 千円 |
| 2 万トン | 2 8, 4 0 0 |
| 3 万トン | 4 2, 6 0 0 |
| 4 万トン | 5 8, 6 0 0 |
| 3. 生産量に対する全投資額 | |
| 1 万トン/年 | 8 0, 7 0 0 千円 |
| 2 万トン | 9 4, 9 0 0 |
| 3 万トン | 1 0 9, 1 0 0 |
| 4 万トン | 1 2 3, 3 0 0 |

第 D - 2 表 種々の生産物を作るときの照射コスト

| 稼 動 日 数 年間生産量 | 2 月 | | | |
|------------------|----------|---------|---------|---------|
| | 10,000 t | 20,000 | 30,000 | 40,000 |
| 1. コバルトの年間補充 | 1,700千円 | 3,400千円 | 5,150千円 | 6,800千円 |
| 2. コバルト輸送費 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| 3. プラントの償却 | 4,040 | 4,750 | 5,500 | 6,200 |
| 4. 維持費 | 800 | 800 | 800 | 800 |
| 5. 人件費 | 1,600 | 2,000 | 2,400 | 2,800 |
| 6. 更新費 | 1,600 | 19,000 | 20,200 | 24,600 |
| 合 計 | 24,600 | 30,450 | 34,550 | 41,700 |
| 100 t当りの照射コスト | 246円 | 156円 | 115円 | 104円 |

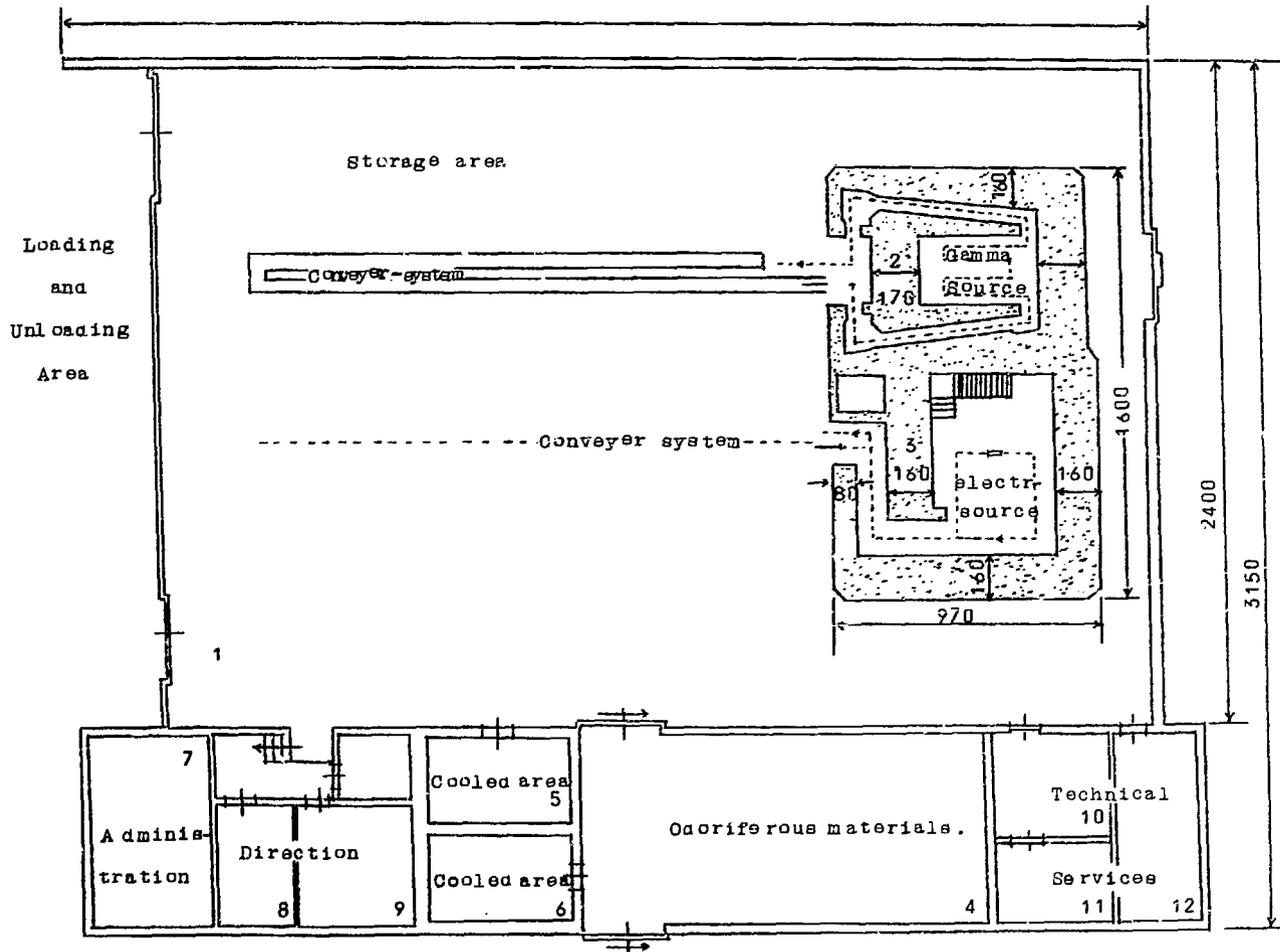


第D-1図 Euratom-ITALの研究室の一部



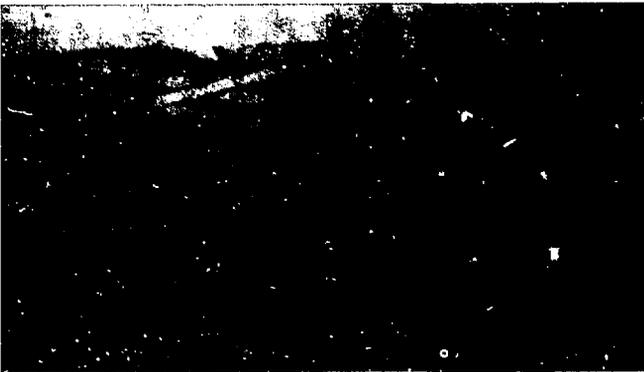
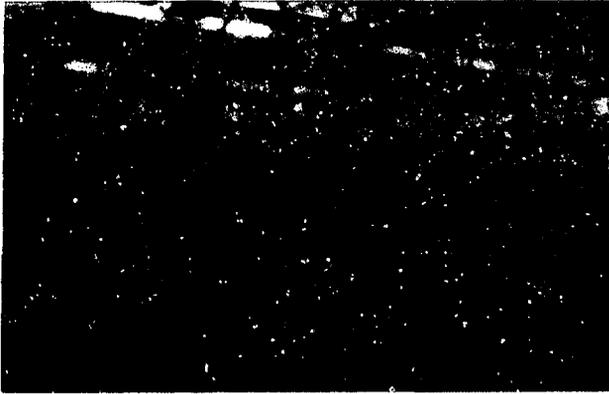
第D-2図 増感剤の影響

Plan and lay-out of the "Proefbeatrix voedselbestraling" at wageningen.

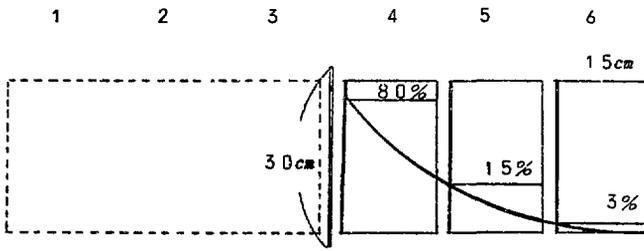


第D-3图 Pilot plant の平面图

J A E R I - m e m o 4 3 9 5

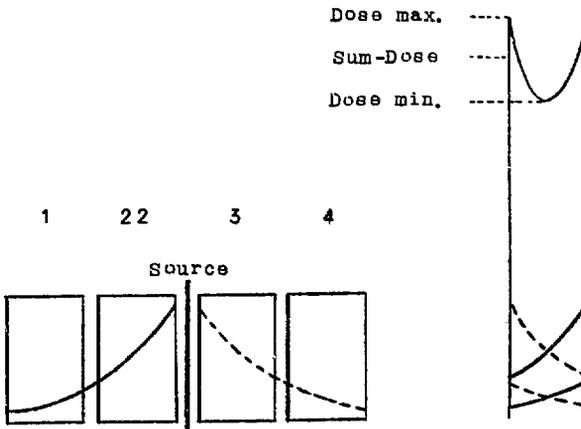


第 D - 4 図 コバルト照射棟の内部



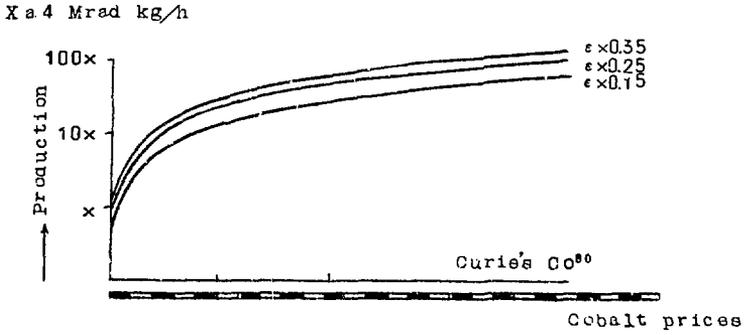
Dose distribution in irradiation boxes

第 D - 5 図 照射箱の線量分布

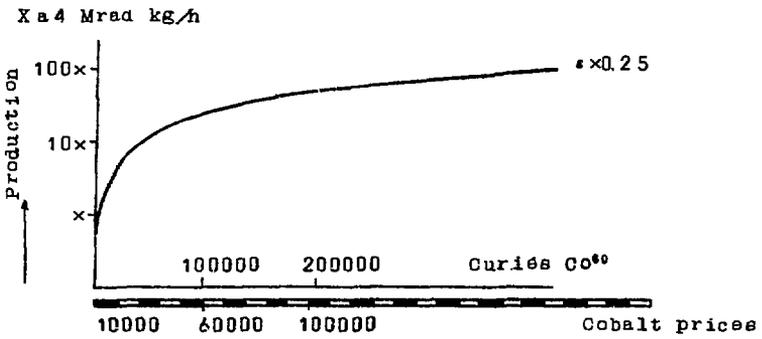


Dose distribution in irradiation boxes

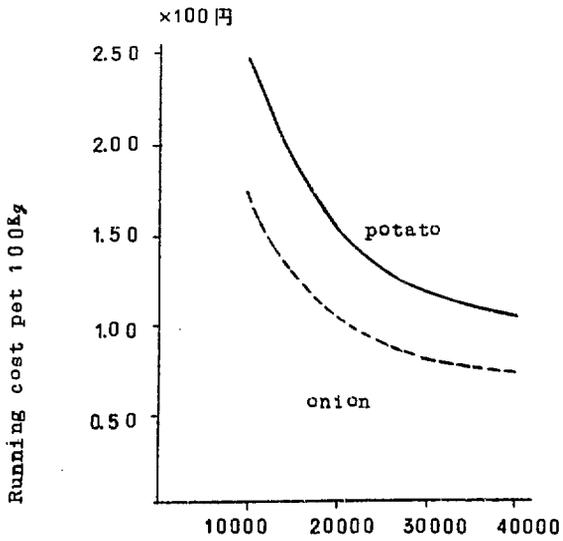
第 D - 6 図 2 箱の場合の箱内の線量分布



第 D - 7 図 照射効率・線源 Ci 数・生産量との相関々係



第 D - 8 図 照射効率 2 5 % の場合，Ci 数と生産量との関係



Potato

Production in ton per year.

第D-9図 年間生産量と100kg当りの照射コスト

F. イギリス

〔I〕 Harwell Institute, 旧 Wantage Institute

近年原子力研究の再編成と英国経済の行きづまりから、Wantage Inst.が廃止されて Harwell 研の敷地内に移されるとの話を渡英前から聞いていたが、やはりその通り実現されていた。

Harwell 研の出入は非常に厳重で、門でカメラをまずとりあげられたため、内部の様子を撮影できなかったことは残念であった。

そもそも Wantage 研には Radiation Div と Isotope Div. とがあった。そして Radiation Div. は次の5つの Section よりなっていた。

- ① 物理および工業グループ
- ② 放射線生物グループ
- ③ 食品および医療グループ
- ④ 放射線土壌グループ
- ⑤ 化学グループ

この中、食品照射に関係の深いのは、①と③とであるが、これらの部門が全部 Harwell 研に一緒になった。ただ③の食品および医療グループのうち、一部は、新しく設立された Irradiated Products Ltd. (照射製品会社)に移った。すなわち、それまで③の長であった Dr. Ley がこの社長になり、③の82名のなかから5名が新しい会社に移動した。現在の③の長は Dr. B. Wiensly である。

Dr. Wiensly および Dr. Ley との会話の内容と Harwell 研, Irradiated Products Ltd. の設備関係について述べる。

〔II〕 食品照射の現状

(1) イギリスにおいて、AEA は2つの品目について目下厚生省に許可申請中である。その1つは凍結馬肉で -10°C の状況で0.7 Mrad 照射し、サルモネラ菌を殺して pet food に供するものである。他の1つは、魚の低温、低線量照射 (0.2 ~ 0.3 Mrad) で、対象魚は、タラ (Cod, Haddock) で、これを真空包装して照射し食用に供せんとするものである。魚の場合、氷の中で0.3 Mrad 照射すると、対照7日のものが1日保存できるようになるという。来るべき早春に100tの照射した魚を3つの super market に出してテストするというので、近々照射許可がなされるものと期待されている。なお当局としては添加物は個々について毒性テストを行なわねばならないが、照射の場合は一括して検射できるので、照射の方を推進したい意向とのことであった。

(2) 照射研究に対する philosophy

今後の方針としては、① meat ② cereal ③ fruit ④ root crop について照射研究を行なう。このさい国内の研究態勢として共同研究 system が十分とられている。すなわち Ministry of Health の Physical and Medical Div. のほか Meat Research Institute, White Fish Authority, Torry Research Station, 旧 Wantage 研などがそれぞれの専門分野で協力しあうことにある。また安全性についてはきわめて明確な考え

方が打ち出されている。それは save money, save time を原則とすることである。そしてまた各国がダブって仕事をしないようにすること。既存のデータを尊重すること。そのためには、科学的に信頼すべき標準により、各国および WHO によって受け入れられる結果を提供しなければならない。そのためには、今回の新食品照射計画は非常に有意義である。

また前述の食品について、食品群の中の一つ一つについて安全性テストを行なうのではなく、化学的組成が似ているので代表的なものについて、また synthetic mixture について、いろいろな条件下に照射したものについてテストを行なうということである。

なおこのような philosophy は、新計画の Host centre である Karlsruhe で行なうであろうが、そのさい Wantage は照射の作業の一部を担当するであろう。しかし、動物実験は、契約によって民間の研究機関がこれを受けることになる。

(3) 照射食品の許可手順

厚生省は、同省の Advisory Committee on the Irradiation of Food による科学的決定を参考として許可を与えることになっている。

この Advisory Committee については別添資料（省略）に詳しいが、簡単に沿革、目的についてのみ述べたい。

この Committee は、次の関係当局の要請によって、1967年5月に厚生省において設立されたもの。

The Minister of Health

The Minister of Agriculture, Fisheries and Food

The Secretary of State for Scotland

The Minister of Health and Social Services Northern Ireland

そしてその仕事は次のごとし

- ① 食品のための照射食品の販売・輸入の禁止に対して除外例を考慮すること。
- ② 除外が妥当であるか否かについて助言し、除外する場合にはその条件を、否の場合にはその理由を説明する。
- ③ その他食品照射に関する一般的助言。

Ⅲ 凍結馬肉および無菌飼料の照射に関する研究資料 Wantage ではきわめて多大な研究が行なわれているが、このうちから食品照射関係として現に実現され、近々実現されんとしているものの基礎となった研究をとりあげてみたい。

(1) 凍結馬肉の放射線殺菌

英国では、サルモネラによる食中毒が非常に多く、例年食中毒の半数以上を占めている。そしてこのサルモネラは、輸入される肉、卵、飼料、肥料から来るといわれている。しかも英国ではこれらのものがきわめて生産が少ないうので輸入に依存するところ大きく、馬肉、カンガル一肉などで毎年4万7前後を輸入している。

さてサルモネラ菌の放射線抵抗性は、他の菌に比べて高い方ではなく D_{10} 値は凍結馬肉で8~10万 rad、常温馬肉で4~5万 rad である。

そして-15℃で凍結した馬肉を0.5~0.75 Mrad 照射したときの殺菌効果は次のごとく

である。

| 線量 Mrad | 貯蔵期間 | 試験サンプル数 | サルモネラ検出試料 |
|----------|------|---------|-----------|
| 0 | 6日 | 50 | 22 |
| 0.5~0.75 | 6日 | 50 | 0 |
| 0 | 10週 | 50 | 10 |
| 0.5~0.75 | 10週 | 47 | 0 |

さて実際に、 $50 \times 50 \times 25$ cmのカートンに凍結馬肉を入れて、連続照射を行なった。このとき中心部の最低線量は0.6 Mrad とすると、外側は0.85 Mrad となり、この照射によって、サルモネラ菌は $10^8 \sim 10^9$ 死滅するにすぎない。実際に凍結馬肉に生存するサルモネラ菌の数はそれほど多くはないので、実験中、最大5匹の微生物が見つかったにすぎない。

肉の品質は照射によって悪化することはないという。アルゼンチンから輸入される馬肉1kg当り約130円で、もしこれにサルモネラ菌が発見されると煮沸され、約150円で缶詰用 pet food として販売される。一方サルモネラ菌が検出されず検疫をパスすると、約220~270円で生の pet food として販売可能となる。

なお年間1万2000 t処理するとして50万01 の設備で0.65 Mrad 照射すると、処理費は約4円/kgと計算され、これは加熱処理費と同程度といわれている。以上のことから凍結馬肉の殺菌は、すべての点においてすぐれた長所をもち、実現性のきわめて高いものとみてよいであろう。

(2) 放射線照射による無菌飼料の製造

最近実験室用動物の無菌飼料およびSPE (specific-pathogen-free) 飼料の要求が非常に高まってきている。イギリスにおいては現在5つの大規模なコバート-60プラントが稼動して、医薬品関係の殺菌を工業的に行なっている。また、実験室用の無菌飼料の放射線による調製は1962年から開始され、現在ではかなり多くの実験室で採用されている。

放射線照射による無菌飼料の調製の場合、問題を要約すると、次の3点になる。

- ① 技術的問題：(照射方法、包装、コスト)
- ② 飼料自身に及ぼす照射の影響：(栄養学的、微生物学的)
- ③ 照射飼料の動物への影響：(嗜好性、成長、繁殖その他一般的健康)
- ④ 照射技術

次に示すのが最新のプラントの例である。カートンに詰められた試料はモノレール方式で運行される。コバート線源はステンレスのtubeに入っているが、あげたり、下げたりできる枠の中に入っている。

包装カートンは、 $21.6 \times 21.6 \times 33.8$ cmのもので、この中には6.35kgの飼料が入る。また $43.2 \times 43.2 \times 25.4$ cmのものもあり、これには 4×6.35 kgあるいは 2×12.7 kgの袋が入る。一般に6.35kg包装のものが適当である。

照射殺菌に必要な線量は、イギリスでは2.5 Mrad となっているが、これはオランダのITAIの線量と異なっており、学問的にもまれに実際上大きな問題を提起している。高崎研の

実験結果では 2.5 Mrad で完全殺菌が可能であったが、この点デンマーク、オランダ等との間に違いがあり、討論を行なったが、それぞれ具体的データに基づいているので、如何ともしがたく平行線を辿っているというのが現在の結論である。

Wantage の見解

2.5 Mrad に決定した理由はいくつかあるが要約すると次のごとくになる。

i) 5年前から数個所の実験室で照射飼料 (2.5 Mrad) を用いて実験を行なっているが、実際に、衛生生物学上の問題は何等起きていない。

ii) 医療関係の殺菌は、2.5 Mrad としてすでに安全であることが経験済みである。

iii) The Laboratory Animals Centre の実験によると、10社の普通の商品飼料には $10^2 \sim 10^6$ の微生物が混在していた。また Wantage で経験によると、だいたい $10^4 \sim 10^6$ が存在していた。その中の大部分は、Bacillus spp と Staphylococcus -、Micrococcus spp. であり、カビ類は非常に少ない。

そして線量と生残曲線をしらべてみると、1 Mrad で 10^5 の微生物が死滅した。この曲線を延長してみると、2.5 Mrad では 10^{10} の微生物が死滅することになり、このことは $10^7 g (= 10 t)$ に 1匹の微生物が生存することを示す。これによって 2.5 Mrad 照射はきわめて安全であることがわかる。

以上は一般的な微生物に対する概観であるが、放射線抵抗性の強い菌と称されている Bacillus pumilus, Bacillus anthracis, Clostridium welchii の孢子などについてもほとんど同様なデータがえられている。

これらの基礎的データに基づいて、一般には 2.5 Mrad で十分と決定された。

② 栄養学的検討

蛋白質、アミノ酸、脂肪、ビタミンに対する照射の影響をしらべているが、ほとんどわるい影響はみとめられなかった。ただビタミンについては若干注意すべき点がみとめられるので、これについて述べよう。

結果は第Ⅳ-1表に示すごとくで、ビタミンB群についてはほとんど影響はない。しかし脂溶性のビタミンA、Eについては若干の破壊がみられる。

なおこの表にないビタミンについてふれると、ビタミンCについては、 $1.5 \pm 0.0 g/g$ と $1.4 \pm 0.05 g/g$ (2.5 Mrad 照射品) となり、ほとんど破壊がみられない。

またビタミンKは抵抗性が弱いとされているが、この化学的定量法が大変むずかしいので、結論を出すことは早計であるが、現在のところビタミンKについては照射は適当ではないらしい。しかし大抵の動物は、腸内でKの合成が行なわれるので大きな問題とはならない。Kの合成のない動物にさいしてのみ問題となる。

③ 成長に及ぼす影響等

○ 照射飼料による動物の成長度をみると、これは対照として加熱殺菌した飼料との比較でみると、結論的には、成長には何等の差のないことがみとめられている。なお繁殖についても同様の結果がえられている。供試動物の種類は非常に多く、代表的なものは以下のごとし。マウス、ラット、モルモット、ウサギ、コネコ等。

一方嗜好性についてみると区々のデータがみられる。5 Mrad 照射した飼料では脂肪酸化の

ため、まずくなったという実験がある。一方では2.5 Mrad 飼料で、豚や仔牛を飼ったとき、蒸気殺菌飼料よりすぐれていたという。また多くの研究者によると、2.5 Mrad 照射すると、やや異臭が生成されるが、動物はこの臭に無関心であるという。結局照射飼料の嗜好性は2.5 Mrad 照射では、すぐれる場合があっても、蒸気殺菌の従来法よりわるいことはないという。

第B-1表 各種飼料のビタミン含量に及ぼす照射の影響

| | Chick diet (SOM) | | | Guinea-pig diet (RGP) | | Oat diet ("Purina chow") | |
|-------------------------|---------------------|---------|--------|--------------------------|----------|-----------------------------|----------|
| | un- treated | 2 Mrad. | 3 Mrad | un- treated | 2.5 Mrad | un- treated | 2.5 Mrad |
| Thiamine | 7.4 | 7.7 | 7.4 | 6.8 | 6.1 | 10.7 | 6.0 |
| Nicotinic acid | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 4.5 | 4.6 | 13.6 | 12.8 |
| Pantothenic acid | 4.0 | 3.8 | 3.7 | 1.4 | 1.1 | 5.8 | 5.1 |
| Riboflavine | 3.7 | 4.4 | 3.9 | 1.7 | 1.6 | 10.5 | 10.3 |
| Vitamin B ₆ | 3.5 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.9 | 2.82 | 1.56 |
| Vitamin B ₁₂ | 0.011 | 0.009 | 0.010 | 0.017 | 0.019 | 0.053 | 0.054 |
| Biotin | 0.038 | 0.030 | 0.030 | 0.15 | 0.16 | 0.44 | 0.51 |
| Folic acid | ... | ... | ... | 1.2 | 1.1 | 0.85 | 0.66 |
| Vitamin A | 2.4 | 2.1 | 1.9 | 0.89 | 0.84 | 4.20 | 0.29 |
| β -carotene | 5.2 | 3.9 | 3.5 | 13.2 | 12.5 | 0.44 | 0.16 |
| Xanthophylls | 15.7 | 12.4 | 11.6 | 32.9 | 29.5 | 4.48 | 1.27 |
| α -tocopherol | 3.71 | 11.7 | 11.5 | 26.8 | 22.1 | 6.78 | 8.23 |
| γ -tocopherol | | | | 7.3 | 6.4 | 12.07 | 11.64 |

〔III〕 Package Irradiation Plant

(1) 装置

この装置は、1960年以来すでに医療器具その他の殺菌に供されている。照射装置自体は約100 m²で、並コンの閉壁の厚さは1.8 mである。内部は6×6×4.2 m(高さ)程度で、そのなかにステンレスで内張りされた長さ6 mの線源用プールがある。水は通常の蒸留水を用いている。コバルト-60は50万Ciで2.1×0.6 mの枠に54本までの柱状線源が入る仕組になっている。(1971年の秋には70万Ciに増大する)この装置の1つの大きな特徴は、コンベアが2組独立してつくられており、同時に別個の試料を照射できること、コンベアによってダンボールが線源の回りを片側2往復つつ計4往復するようになっていることである。storage rack, conveyer, sourceなどの連絡の様子を示すと第B-1図のとおりである。

ダンボールは、9kg容(34×30×21cm)小型のものと、25kg容(43×43×25cm)大型の2種類がある。

このplant設計の主眼点は、照射にさいする線源効率の向上よりは、装置に弾力性をもた

せて、種々のものを幅広く照射実験できることにありと Dr. Ley は語っている。この点は、オランダの Pilot plant の場合と全く対照的であり、興味深く感じた。そしてわれわれが plant を つくる場合にとって大きな問題が提示されたことが痛感された。

またこのほかに第 D-2 図に示すような batch タイプの package irradiation plant (20 万 Ci) がある。この装置はモノレール式で、懸垂されボックスが 2 段になっているのが大変珍しく感じられた。

(2) 線源効率・線量分布

前述のように目的が目的であるため、効率はあまり高くなく、15%程度であるが、これを single purpu にした民間企業の装置は 25~30%といわれている。

一方線量分布は第 E-3 図に示すようになる。package の厚さが 30 cm の場合、両面照射するとき、中心部の線量をもっとも低く。外側は中心部より約 20%高くなる。

(3) 線量測定

線量測定は普通 plant operator の責任となっている。医療品ほどでは PVC 線量計 (Red Perspex Dosimeter) が使用されている。これをボックスの側面にはりつけておく。これには、酸に鋭敏な色素が含まれており、樹脂が放射線照射によって HCl を生じ、これがラベル (黄色) を赤変させる原理を応用したものである。測定範囲は、0.5 M~5.0 Mrad である。

この色の変化を spectro photo meter で測定し、標準曲線に照合して線量を定量する。なお標準曲線は、カロリーメトリや化学的方法 (鉄線量計) などによって作製したものである。

ここでは、微生物的アストビースの利用についてはあまり興味を示していないようである。しかし、ちがった照射装置間のバクテリア死滅効果の比較にはよいという。というのは、装置が異なるとき、線量計法で同線量でも、バクテリア死滅効果に差があるのではないかという問題がある。このアストビースは、電子加速器とコバルト-60 装置間の比較に有用ではないかという。この使用は International Code of Practice for the Sterilization of Medical Products で提案され、適当なアストビースの開発が試みられている。このことはオランダの I T A L などて精力的に行なわれていることは、すでに述べたところである。

(4) 照射コスト

この Pilot plant の処理能力は、小型箱 (9 kg) で週 2,500 箱 (=2.25 t)。これに要する人員は作業員昼夜各々 3 人他に監督が 1 人で十分であるという。病院その他外部からの依頼照射は小型箱 (9 kg) 当たり約 1,500 円 (2.5 Mrad) という。

(5) 現在の利用状況

現在①医療品 ②無菌飼料 ③化粧品に殺菌が主な照射対象となっている。無菌飼料は年間 200 t を生産しているという。

(N) Spent Fuel Element Pond (SFEP)

使用済核燃料利用照射装置とでもいふべきもので、Harwell 研究所にある材料試験炉の D I D O および P L U T O から出る使用済燃料のエネルギーを利用して水槽中で照射するようになっている。その構造 (第 E-4 図) および Fuel element 容器、試料容器その他は第 E-5~8 図に示すとおりである。

水槽の深さは約7.5 mで大小2つの槽に仕切られている。spent fuelを収容したアルミ缶は、まず原子炉内で1週間冷却後、2.3 tの鉛のキャスクプラスチックに納められ、小さい方の水槽(予備室)に運ばれる。(第E-7.8図)1回に9本ずつ、2週間毎に燃料が入る。各燃料は50,000~100,000 Ci 相当の活性をもっている。予備室でアルミ缶の上部がカットされ、同心円状に5~8枚入っている燃料が取り出される。これらは、ハッチをぬけて大きな方の水槽(照射室)に移されカドミウム製容器(直径9.6 cm,長さ120 cm)に入れられる。容器の底部に細長い足が入っており、水底にあるステンレス板の小穴に固定する。小穴は300あり、spent fuelを収容したカドミウム缶を100まで、試料を入れたアルミ缶を50個までならべ、他の小穴は缶の配置の組合わせを自由にできるよりあけておく。アルミ缶の大きさはいろいろあるが、それぞれの最大の照射スペースは次のとおりである。

| I. D | 試料スペースの有効長さ |
|--------|-------------|
| 4.4 cm | 41 cm |
| 9.2 | 69 |
| 9.2 | 112 |
| 18 | 69 |
| 18 | 112 |

これらは半減量毎に中のサンプルは上下を逆にする。各缶は水中を長いフックに下げられて移動される。カドミウム缶の平均エネルギーは、0.8 MeV~1.0 MeVで半減期は30~40日である(最高3 MeV)。このカドミウム缶の間にアルミ缶をならべ、最高約10 MR/hrの線量率がえられる。この線量率は当然缶の直径に左右されるが、3つの例を次に示す。

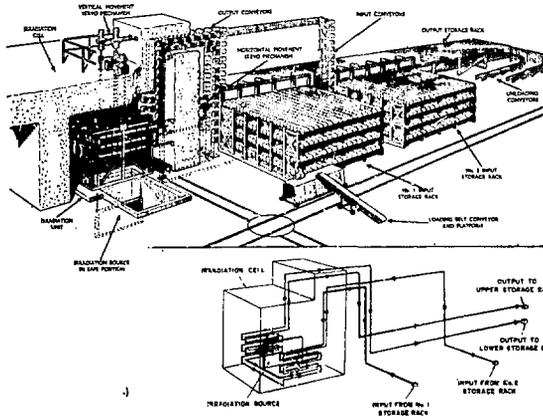
| Can I. D | 最高線量率 | 普通線量率 |
|----------|---------|---------|
| 4.4 cm | 8 MR/hr | 4 MR/hr |
| 9.2 | 5 | 15 |
| 18 | 3 | 1 |

水槽の水温は22°Cで、水は常にろ過器とイオン交換樹脂カラムを循環し、 10^{-5} $\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ 以下におさえられている。

かくして活用された spent fuel は、2か月後、36本をひとまとめにして、Scotland北端の Dounreay に送られ、再処理をうける。

現在、病院、研究所、工場からの依頼品を照射しているが具体的な諸例をあげると次のとおりである。

- ① Plastic ② Medical supplies ③ Research irradiations of drug products ④ Materials for use in reactors ⑤ Seeds and foil



(a)

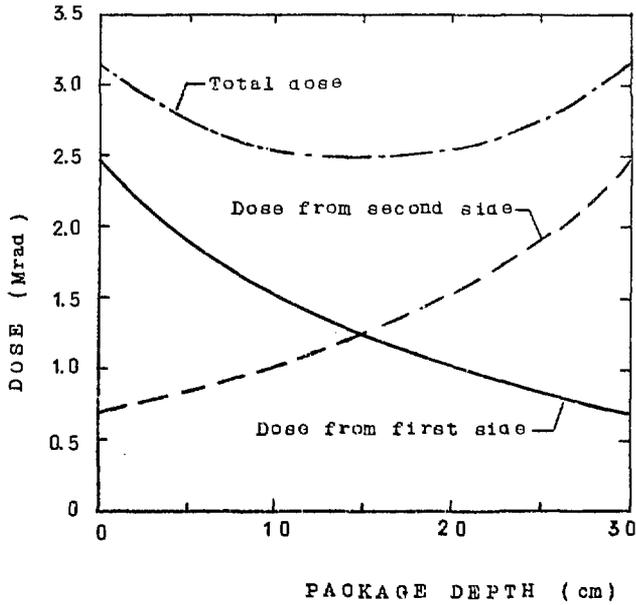


(b)

第 E-1 図 パイロットプラントの構造 (50万 Ci)
(Irradiated Products LTD)



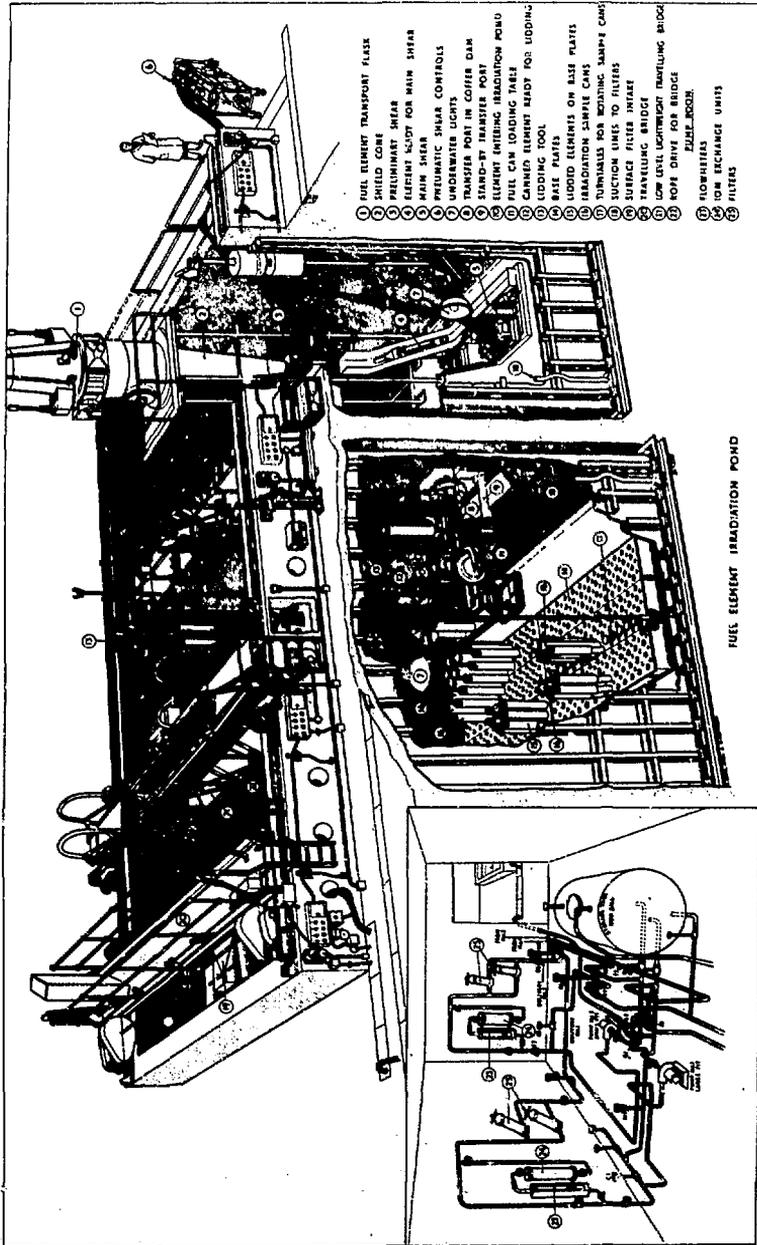
第 E-2 図 Batch type Irradiator (20万 Ci)



第E-3図 線量分布

注：①密度0.5 ②最少線量2.5 Mrad.

③中心部が2.5 Mradの半分になるより片側から照射し、
次に他面からも照射する。



第E-4図 S P E P の全貌



第 E-7 図 SF が運ばれたところ



第 E-8 図 SF 容器の蓋をとったところ

注：以下，SFEP 関係の写真は，食研川島技官の好意によるもの



第E-5図 SFの容器



第E-6図 試料容器



第E-7図 SFEPの全貌



第E-8図 SFEPの底面

F. ドイツ

(I) 照射技術研究所 (Institute for Radiation Technology)

(国立食品保存研究センター付属, Federal Research Centre for Food Preservation)

(1) 歴史と目的

この研究所の前身は、1953年に設立された放射線物理研究所 (The Radiation Physics Laboratory) で、その後これに The Survey Station for the Control of Environmental Radioactivity in Food が併置された。元来両研究所はカールスルーエ市内にある国立食品保存研究センターの中にあつたものである。現在では新しい建物がカールスルーエ郊外10マイルの原子力研究センターに建設され、1966年にスタートし、最初の研究チームはここに移動し今日に達している。

この研究所の主要研究目標は次の3つになる。

- ① 照射による食品の保蔵
- ② 食品に対するトレーサー技術の応用
- ③ 食品の汚染に関する研究

これらの基礎的研究のほか、開発された技術を工業的に応用することも重点目標となっている。

(2) 組織

わが国における食品照射研究センターの将来計画の参考となるとと思われるので本研究の組織を紹介する。

所長は Dr. Diehl で Doctor であり、Professor でもある。この Professor という言葉は教授という意味ではなく、所長職に与えられる称号のようである。所長の下に Staff 55人 (1969年12月現在)、このうち

| | |
|-----|-----|
| 科学者 | 17名 |
| 技術者 | 22名 |
| 補助員 | 16名 |

科学者17名の内訳は以下のごとし

| | | | |
|-------|----|-------|----|
| 化学者 | 8名 | 医者 | 3名 |
| 生物学者 | 2名 | 電子工学者 | 1名 |
| 微生物学者 | 1名 | 獣医 | 2名 |

このほか fellowship の学生や外来研究者が常時いる。そして2つの Section によって構成されている。

Section I 照射による保蔵 (Preservation by Irradiation) この中が更に次のごとく細分されている。

- ① Irradiation Technology Lab.
- ② Radiation Physics Lab.
- ③ Radiation Chemistry Lab.
- ④ Radiation Biochemistry Lab.

これらについて簡単に説明する。

① 照射技術

- 照射や線量測定に関する特殊な方法，工夫の開発および新しい線量測定法の開発
- 品質劣化なしに食品の shelf life を延ばすため照射条件の検討（照射温度，雰囲気，照射技術，線量，線量率，包装および従来の保蔵方法との組み合わせ等）
- 照射食品の官能，化学，物理学手法による品質の判定

② 消費者保護の立場からの調査研究

- 特定の照射食品の安全性と嗜好性を判断するための動物実験
- 照射による栄養価の変化の測定（特にビタミン含量と蛋白価など）
- 照射によって生成される分解生成物の定量（照射検知法および毒性物質生成の証明のため）
- 高エネルギー照射においても誘導放射能をさける条件の研究
- 種々な照射や貯蔵における病原細菌や毒素生成の可能性に関する研究

③ 食品，微生物および包装食品に対する照射の影響に関する基礎的研究

- 個々の食品成分，感素に対する照射の影響
- 植物の生理学的性質や組織に及ぼす影響
- 包装食品の化学的，物理的性質に及ぼす影響
- 高線量照射における異味，異臭の分析（主にガスクロマトを用いて，かかる好ましくない反応が起きない条件の発見のため）
- 微生物の放射線抵抗性とこれに対する環境の影響
- 微生物の代謝生産物（毒素）に対する放射線の影響

なおカールスルーエ市内にある Federal Research Centre for Food Reservation にある Inst. for Chemistry and Technology には立派な官能検査室（第 F-2 図）があり，Inst. for Radiation Technology に協力している。

Ⅱ] 食品照射の現況と将来

(1) Potato の照射に関する研究

Inst. for Radiation Technology においては，以上のごとききわめて多種多様の研究が行なわれているが，現在のわが国にとって最も参考となる食品照射研究の中から，ポテトと魚について紹介しよう。

i) 照射ポテトの消費者テスト

研究所関係の 34 主世帯に対して約 1.5 t のポテトを使って照射ポテトの消費者テストを行なっている。各家庭は 25～150 kg のポテトを消費した。その結果は第 F-3 図に示すごとくで，収穫後 1～2 月間は照射，未照射間に差はなく，1 月以降になると照射区の方が断然味が良いことが明らかである。

ii) 照射ポテトの貯蔵試験

収穫後，10 月の終りに工業的条件である 7°C に貯蔵したポテトを収穫直後，7 日，14 日，30 日後それぞれ 15 Krads 照射（電子線）した。照射後は 15°C に貯蔵した。そして 2

月、4月、6月にマッシュポテトと焼ポテトにして官能検査を行なった。減量間の食味の差はみとめられなかった。ただ照射直後の焼きポテトで色相が若干劣ることがみとめられた。

それから10月より11月照射区の方がポテトの外皮の性質に良い効果を与えた。これは腐敗抵抗性に重要な役割をする p e l l e m 層が強くなるためである。しかしこの影響はそれほど大きなものではないから、早期照射が腐敗性を高めるといふほどではない。これは傷をおす力が十分あり期待できるからである。また照射時期と食味との間には関係はない。

iii) ビタミンC含量に及ぼす影響

15 Krad 照射した場合、照射後3か月間是对照区は、照射区より25%くらい含量が高い。しかし対照区は発芽するので急激にC含量が低下し、5か月貯蔵した頃には、照射区の方が対照区に比べて約20%高くなる。

iv) カロチン含量に及ぼす影響

"Hansa" 種のポテトを15 Krad 照射後4°Cに4か月間貯蔵した。その結果、照射ポテトは平均27%少なかった。しかしポテトのカロチン含量は、品種により非常に差があり、また人参、その他の野菜に比べるとポテトのカロチン含量は少ないので、栄養学上これはあまり問題にならない。しかしこの現象は、照射ポテトの軽度の退色現象との関係という点からみると面白い問題で、今後検討を要する。

(2) 魚の放射線殺菌に関する研究

タラ魚の切身を照射して0°Cに保存した場合の食味テストは第F-4図に示すごとくで、きわめて著しい効果がみられる。0°Cに貯蔵した場合でも、日位しか保存できないものが、3~4週間食味が変らないことがわかった。そのときの線量は300~500 Krad で十分である。この食味テストと平行して、化学的方法で検時を加えた。すなわち、トリメチルアミンのほか可溶性の塩基性窒素化合物の含量を測定した。その結果、普通の腐敗のさいに生成されるような含量は、照射試料では、食味テストで腐敗したと感じられるときに始めて示されることがわかった。また微生物テストの結果は、第F-5図のごとくで、これまた照射の影響がきわめて明らかで、スタートで未照射の魚が1g当り10⁶の微生物をもっているが、300~500 Krad 照射によって10⁰位に低下してしまふ。そして300~500 Krad 照射したものを5週間0°C貯蔵したときの菌数が対照区のスタートの菌数と同じである。

以上のように食味テストと化学的テストや微生物学的テストの結果とはよく一致し、放射線による魚の pasteurization は非常に有望といえよう。

(3) 国内の事情

○ Dr. Diehl と free talking した要点を次に紹介する。

ドイツにおいて現在もっとも関心をもっているのは、魚の照射である。ドイツで食される魚は、ほとんど10~15日を要する長距離輸送品である。(アメリカ沿岸やグリーンランドなどから)。(オランダの項参照)そのため劣化する場合があり、肥料にすることになるのでそのロスは大い。と云って冷凍品は味がわるく好まれない。

照射のさい、1Mrad だと off flavor が猛烈、200 Krad でも若干変化がおこる。結局100 Krad で十分でこれによって10日間の shelf life の延長ができる。

このほか植物性食品として果物、野菜、ポテトなどが対象として考えられる。

。一方新しい分野として以下のものがある。

① 病原菌（特にサルモネラ菌）の殺菌

動物飼料（牛、豚）をペルー、アルゼンチン、オーストラリアなどから輸入しているが、サルモネラ菌の汚染が多いので、これを防ぐ。また卵、肉の輸入、たとえば鶏肉はデンマークやオランダから採結あるいは生のまま多量に輸入しているが、これらの殺菌も重要である。幸いサルモネラ菌は放射線抵抗性が低いので好都合である。

② 集団給食における食事の殺菌

カフェテリア、病院、養老院、学校、工場などにおける集団給食においては、“One kitchen serves thousands”であるから、ひとつまちがったら危険度は大きい。また人手不足の問題もあり、2-3日分の給食を殺菌して冷蔵しておくことが望ましい。これらの点から給食の殺菌は有望であろう。

イギリスにおいても、オランダにおいても病人食の照射は許可されているが、ドイツではまだ許可されていない。しかし多くの病院が関心をもっている。まだ実験段階というところ。それでDr. Dohlらは照射条件を検討し、政府に許可するよう示唆する予定であるという。

③ 喪するに照射の新しい利用は、従来の加工法が満足すべき分野ではなく、新しい加工方法や貯蔵方法が要請される分野において考えるべきである。

(4) Wholesomeness テストに対する考え方

一新食品照射計画のHost Centreとしての考え方

照射食品の安全性について個々の食品について個々の国でそれぞれ別々にやる必要はない。Internationalにやればよいという考え方が根底にあるようにみられた。

今回の新食品照射計画のポテト、小麦は、WHOが指示したからとりあげたのであるが、Host Instituteとしては、これらに関する動物テストはやるつもりはない。新計画のScientific Programme CommitteeのChiefが動物試験希望国を公募し、研究費の安いところに依頼する。

Karlsruheとしては、安全性試験に対するnew methodologyをやる。このため医者2名、科学者2名、動物実験者2名を当てている。1例を次に示す。

照射食品の安全性試験の主な項目は2つある。一つは放射能の問題、他は有毒物質生成の問題である。前者は理論的に誘起性を議論することができる。後者については化学反応であり、この化学反応を引き起すのはfree radicalである。そこで食品中もっともfree radicalを生成しやすい粉乳を使い、これに4.5 Mrad照射するとfree radicalを生じる。これを飼料に35%添加して動物飼育テストを行なう。free radicalはESRで測定する。そうすることによってfree radicalの量と動物に対する悪影響との間の関係を知ることができる。

第F-6図は各種食品に1M、10 Mrad照射したとき、照射後、5分後、22日後のESR-spectraである。また第F-7図は照射後のESR-spectraのsignal amplitudeの変化であり、8か月後においても検知できる。

このほか、照射による化学的成分の変化および微生物のmutation生成の問題等について検討を進めているとのことである。

(5) 照射食品許可申請の手順

ドイツにおいては、許可申請は、工業界から提出することになっている。たとえばポテトの場合

① Union of potato Processing

② European Union of Industry of Transformation Process of Potato この German Union がある。

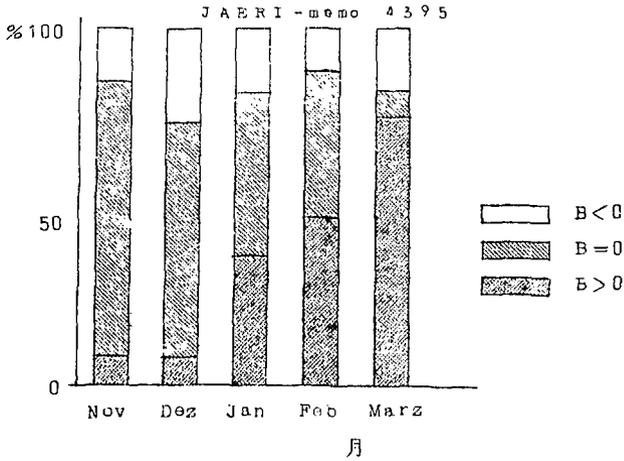
これらから許可申請がなされることになっている。また魚では Supporters of Food Irradiation などが申請者となる。



第 F-1 図 電子加速器

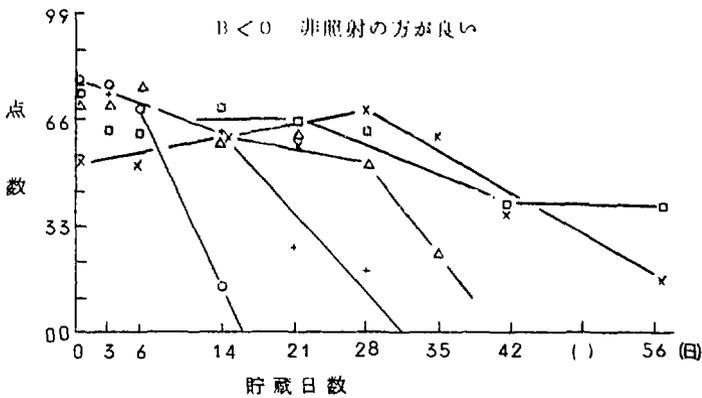


第 F-2 図 官能検査室の一部



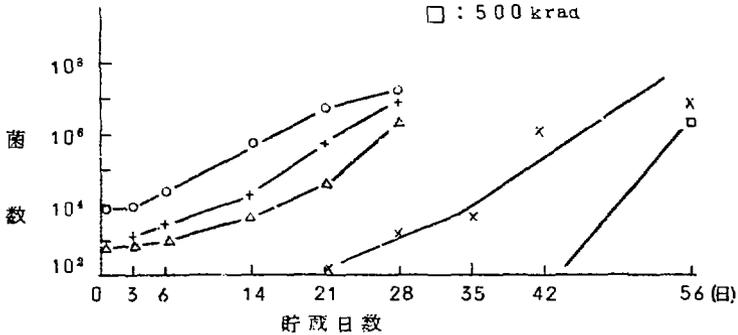
第 F-3 図 照射ポテトの消費者テスト

B > 0 照射ポテトが非照射より良い
 B = 0 味が同じ
 B < 0 非照射の方が良い



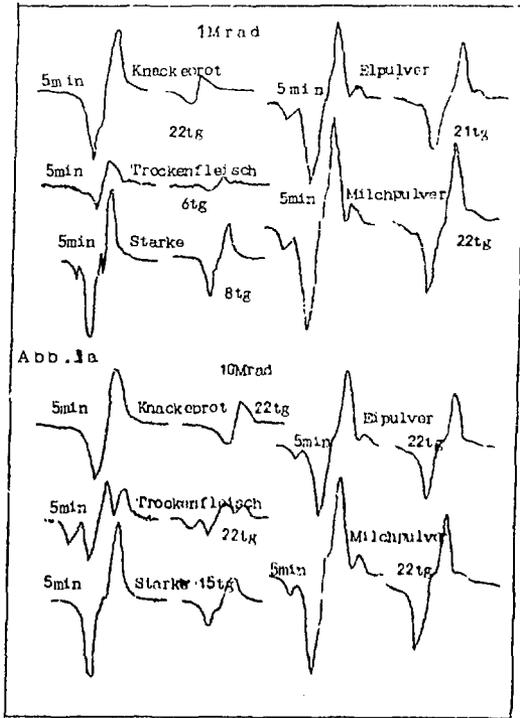
第 F-4 図 線量が貯蔵中の魚の食味に及ぼす影響 (0°C)

○ : 0 krad △ : 100 krad
 + : 50 krad × : 300 krad
 □ : 500 krad

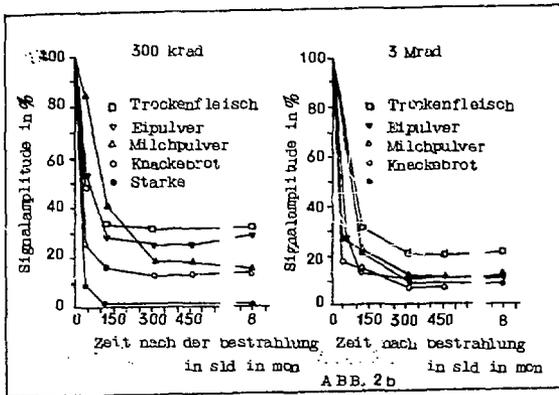


○ : 0 krad △ : 100 krad + : 50 krad × : 300 krad □ : 500 krad

第 F-5 図 線量が貯蔵中の微生物の消長に及ぼす影響



第 F - 6 図 電子線照射した各種食品の ESR-Spectra.



第 F - 7 図 電子線照射した食品の ESR-Spectra の signal amplitude の時間的变化 (a) = 300 krad b) = 3 Mrad

(2) 会議の内容

新国際食品照射計画の概要

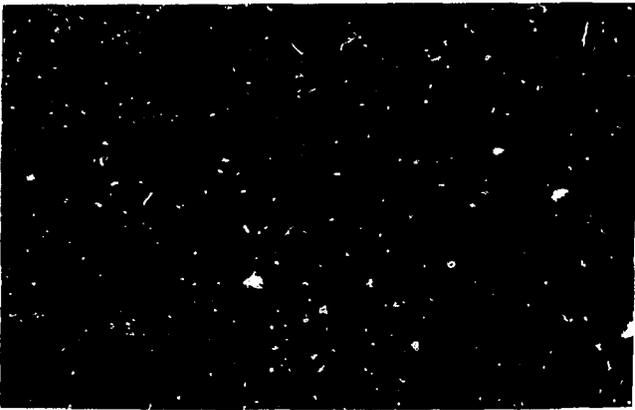
① 経過

食品照射に関する国際協力活動には、1965年欧州原子力機関（E N E A）、国際原子力機関（I A E A）、およびオーストリア原子力公社（S G A E）の共同によって発足したサイバースドルフ計画があって、わが国もこれに積極的に参加してきたが、本計画は資金面などの理由から1968年をもって打ち切られた。

その後新しく、照射食品の安全性に関する調査研究を中心とする新国際食品照射計画が、1970年発足を目標として検討されることにより、1970年11月30日パリにおいてその最終草案が決定されることになった。

この新計画は、1971年1月1日より施行されるものであるが、わが国においても昭和46年度予算に出資額として5,000ドルを要求し、これの成立をよって参加する予定になっている。

以下この会議の内容について述べる。



国際食品照射計画
第1回 総会々場

② 食品照射プロジェクトに関する国際協定書（原案）

加盟国

| | |
|-------|----------|
| ベルギー | MSP, CEN |
| カナダ | AECL |
| デンマーク | AEC |
| フランス | CEA |
| 西ドイツ | FMS |

| | |
|--------|---------------|
| イスラエル | A E C |
| イタリー | C N E N |
| 日本 | A E B S T A |
| オランダ | M S A P H |
| ノルウェー | D H S, D F |
| ポルトガル | J E N |
| 南アフリカ | D A T S |
| スペイン | J E N |
| スウェーデン | B T D |
| スイス | D F E P, D C |
| トルコ | A E C (G S) |
| イギリス | U K A E A |
| アメリカ | U S A E C |
| オーストリア | S A G |

この協定は、照射食品の安全性に関する研究を国際協力のもとに行なうことを取りきめたものである。

この協定は、I A E A / F A O と E N E A and O E C D の協力と研究によって、加盟各国参加により照射食品の安全性確立の検討を行なうためのものである。

第 1 条

- (a) 加盟国は照射食品の安全性の検討、および関連する研究を行なう国際計画の実施に協力しなければならない。
- (i) 照射食品の安全性のテスト
- (ii) 安全性テストの方法に関する調査および検討
- (iii) 安全性の研究によって得られた知見の報告
- (iv) 食品照射に関係する国の内外当局の援助
- (b) (a)(i)に関する問題点については、O E C D または I A E A か F A O に関与する各国で構成される機関で定められた契約のもとに実行される。

第 2 条

当初計画の概要はこの協定の付属書 I に述べてある。この計画の詳細な点は S P C (科学計画委員会) によって適時、変更されることがある。

第 3 条

- (a) この国際計画を実施するにあたって必要な経費は、付属書 II に示される金額と期間に従う加盟国の分担金によってまかなわれる。分担金は O E C D に付託されなければならない。
- (b) 例外として、S P C の事前承認を得れば、分担金を現物で出資することもできる。この場合、量と期間は S P C によって算定される。その量は、2 0 0 0 0 米ドル以下、算定期間につ

き年間5,000米ドル以上とする。現物による出資はつぎの範囲に限られる。

- (i) 安全性テストを行なうにあたっての契約が、この計画に含まれている品目について実費以下であること。
- (ii) このプロジェクトによって要求される専門部への出頭と、それに要する実費以下の費用
- (iii) プロジェクトに必要な地方援助、および第8条(a)以下に述べる Host Centre に必要な地方援助
- (c) 国際計画を実施するにあたって必要なすべての経費は、暦年による年間予算できめられる。
- (d) 第3条(a)および(b)の分担金以外に、S P C はこのプロジェクトに関する現金あるいは現物の寄付の受入れを管理する。
- (e) Project Leader や Host Centre およびそれに関連する協定に従事している者、および加盟国または第5条(c)に相当する国際機関にあっては、6ヶ月以上この協定にたずさわる者は、このプロジェクトの各部門を受けもつ科学者を補佐することができる。これに対する俸給、付帯経費、および補在にともなう旅費や生計費はプロジェクト基金の負担とはならない。

第4条

- (a) 理事会はこの計画の遂行にあたって特につぎのことを監督する。
 - (i) 行政上のすべての問題の解決。
 - (ii) S P C が承認した年間予算を採択するか、または再議に付す。
 - (iii) S P C により提案された Project Leader およびその他のプロジェクト・スタッフの任命。
 - (iv) このプロジェクトの会計規則、その処置法、および広報の方法について採択する。
- (b) 理事会は、年間5,000米ドル以上の分担金を支払う加盟国の代表各1名で構成される。これには承認済みの現物出資も含まれるが、この場合は、それが関与している期間に均分されなければならない。
- (c) I A E A / F A O , および E N E A の代表者は、理事会の一員となり、助言資格を有する。理事会は、他の適当な国際機関からオブザーバーを招くことができる。
- (d) 理事会の決定は、投票により、出席数の2/3以上の賛成を必要とする。

第5条

- (a) S P C は理事会に助言し、計画遂行にたずさわる Project Leader へ指針を与えねばならない。その機能はつぎのとおり。
 - (i) 計画の達成とその修正を行なう。
 - (ii) この計画に基づいて理事会に年間予算案を勧告する。
 - (iii) 第3条(b)に従って現物による出資を算定し、認可する。第3条(d)に従って寄付の受入れを許可する。
 - (iv) Project Leader の指名、およびその他のプロジェクト・スタッフの任命に対する許可を理事会に提議する。
 - (v) 安全性テストに対する契約を認可する。

(vi) 契約のもとに遂行された安全性テストの結果についてのProject Leaderの評価を検閲する。

(vii) Project Leaderの方針のもとに遂行される安全性テストの方法についての調査、検討の計画を認可する。

(viii) 理事会やProject Leaderによって提出されるその他の事項に関すること。

(b) S P Cは年間25,000米ドル以上の分担金を支払う各加盟国、または加盟国グループの代表名1名によって構成される。この場合、承認済みの現場出資も含まれるが、関与期間に均分されなければならない。

(c) I A E A / F A O, およびE N E Aの代表者は、S P Cの一員となり、助言資格を有する。W H Oからも代表が招かれ同様の資格を有する。

第6条

(a) 理事会とS P Cの秘書課はE N E Aで用意されるが、これはプロジェクト基金では負担されない。

(b) 理事会とS P Cへの参加は、各加盟国または関係国際機関の支出によって定められる。

第7条

(a) Project Leaderは理事会に対して、認可された計画や予算に従って行なわれる技術上および管理上の行為に責任がある。

(b) S P Cの指導のもとに、Project Leaderは特につきの事項を行なう。

(i) 詳細な計画の契約と年間予算の準備

(ii) 理事会で任命が許可されたプロジェクト・スタッフの指名。

(iii) 安全性テストの契約に対する入札を行なうための招集準備とその回答の評価。

(iv) 安全性テストを行なう契約者との連絡および計画の実施、達成の確保。

(v) 契約のもとに実施された安全性テストの結果を評価し、S P Cに検閲のため提出する。

(vi) 適当な国立または国際の機関と連絡し、後者が要求するところの照射食品受入れ検討のための物品の取りそろえを手助けする。

(vii) S P Cが許可した安全性テストの方法に対する調査、検討の計画実施を監督する。

(viii) 理事会が許可した各規則に対する情報伝達を請け合う。

(c) Project Leaderは理事会の指名が必要である。Project Leaderの採用はプロジェクト基金の負担によらないことをI A E Aに対して協定する。理事会が認めたその他のプロジェクト・スタッフは、理事会が決定した編成に従わなければならない。また、この費用はプロジェクト基金が負担する。

第8条

(a) Project Leaderおよび任命済みの他のプロジェクト・スタッフの通常の勤務場所は西ドイツ、カールスルーエにあるI S B L (以下Host Centreと呼ぶ)とする。

(b) Host Centreには付属審議のような科学的、技術的、および管理上のサービス機関とプ

プロジェクト事務局，実験室および実験員を準備する。

(c) この国際計画の実施に関する法は，付属書Ⅲに詳細に書かれているように，加盟国のために Host Center が遂行しなければならない。Host Centre は計画実施にともなって起るすべての行為，苦情に対して，単独で責任を負う。この責任の財政上の負担は，Host Centre で処理できる場合を除いて，現協定の第3条(a)にもとづき，プロジェクト基金でまかなわれる。

第9条

計画実施によって得られるすべての情報は理事会で採り入れられた規則に従って，加盟国や国際機関に対して公開される。

第10条

(a) この協定は1971年1月1日より5年間効力を有する。

(b) この協定が終了する前2年以内において，加盟国は，これを延長するかどうかを協議しなければならない。

(c) O E C D, I A E A 各国政府，あるいは F A O の各国政府，またはそのような政府から援助を受けている他の機関は，理事会の認可に従ってこの協定に参加できる。

(d) 加盟国は理事会に対して，文書による1年間の予告により，1974年1月1日以降，この協定から脱退することができる。

③ 会議規則（秘書課の提出議案）

1. 食品照射に関する国際プロジェクトについての協定の第4条(a)(V)に，理事会はプロジェクトの実施方法規則を採択することになっている。

これらの規則は，すでに科学技術協力の分野において，他の国際協力体制が採用しているものを基本とすべきである。プロジェクトの一部を担当する各国で計画の対象となるものは，相対的に小さく，純粋に技術の問題に限られるので，これらの規則は非常に簡単なものでよく，計画を実施するために十分な体制を確立することに留意される。

2. この文書に対する付属書は，理事会で討議するための基本のものとして示されている。

この会議は，プロジェクトの職務を最初に取り締る上での基礎として，規則上必要なことを決定するために招集された。決定事項，討議で生じた問題点，および会議で採用された公式草案は，次回の会議で検討するため，秘書課で準備される。

付属書

会議規則の議案

1. 理事会と S P C への代表権

理事会と S P C のメンバーは，この協定の第4条(b)，第5条(b)に従って加盟国が指名する。このメンバーは1名ないし数名の助言者を同伴することができる。（会議に出席できないメンバーは，代理として他の者を代表にすることができる）

理事会や S P C は，適当な国際機関からのオブザーバーを会議に参加するよう招集すること

ができる。秘書課はこのような招集の事務を行なう。

Host Centre の代表は、理事会と S P C の会議に出席することができ、助言資格を有するものとする。

Project Leader は理事会および S P C の会議に出席しなければならない。

2. 理事会と S P C の機構

議長と副議長を選出し、任期は 2 年とする。再任することができる。副議長は議長が欠席の場合これを代行する。議長は S P C の職務執行に対して責任を有し、計画実施上の問題点の最終決定権を有する。

3. 定足数

理事会と S P C の定足数は定員の 3/4 である。

4. 投票

理事会および S P C の議決は出席者の 2/3 以上の賛成を要する。

5. 会議

理事会は必要が生じた度ごと、また少なくとも年 1 回は開かれねばならない。会議は普通は O E C D あるいは I A E A の本部で交互に行なう。

S P C は必要が生じた度ごと、また普通は年 4 回開かれねばならない。この会議は普通 Host Centre で開かれる。

6. 召集と議題

理事会と S P C の会議の召集は、少なくとも 3 週間前に、議長との協議の上、秘書課が送付連絡する。会議の暫定議題は議長との協議の上、秘書課が準備し、少なくとも 3 週間前に発布する。この議題は各会議の頭に承認されなければならない。すべてのメンバーは 1 つあるいはそれ以上の項目を包括することを要求する権利を有している。

7. 理事会と S P C の会議の議事要旨およびその他の文書

議決事項の要旨は、各会議の後、秘書課が取りまとめ、つぎの会議で承認することを必要とする。

秘書課は、Project Leader との協議のもとに、必要な編集を行ない、理事会が採択した規則に従ってプロジェクトに関する文書の準備や配布を行なわなければならない。

8. ワーキング・グループ

理事会と S P C は、特別な問題を検討するため、一定期間ワーキング・グループを設けることができる。

9. 使用言語

使用言語（公用語）は、英語、フランス語とする。必要があると思われる場合は、文書を Host Centre の責任においてドイツ語に翻訳することができる。

付属書 I に対する追加

序論

照射食品に関する F A O / I A E A / W H O 合同専門委員会の 1969 年 4 月の会議において、照射ジャガイモ、照射小麦、照射小麦製品等を食用として仮に 5 年間だけ認可することが

勧告された。しかし、この勧告を永久に続けるためには、追加の安全性確認の研究が特別に要求された。U S A t o m i c E n e r g y C o m m i s s i o n によって示された長期間の食餌試験を含む原案をもとにして、つぎのような概要が、この目的のための当初計画として示された。この計画の詳細な検討は、実施に先立って S P C によりなされるであろう。

1. 照射ジャガイモ

1.1 目的

ラットやマウスに照射ジャガイモを与えた時、生殖機能上に欠陥を生ずるかどうかを検討する。

マウスに照射ジャガイモを与えて、発ガン性があるかどうかについて検討する。

1.2 一般必要条件

種別、ラットおよびマウス

線量、 $1 \times = 8,000 \text{ rads}$

$2 \times = 16,000 \text{ rads}$

線源、 ^{60}Co

ジャガイモ(試料)が全食料の35%(乾物重)であること。餌として与える前に、皮をむき調理したもの。

1.3 マウスを用いる実験

マウスの必要数

グループ：4

ネガティブコントロールグループ

ポジティブコントロールグループ

低線量テストグループ

高線量テストグループ

1グループの動物数：150 (75 + 75)

全数(最少)：600

関連変数、寿命、生殖能力(4世代)、総重量、顕微鏡による病理学

1.4 ラットを用いる実験

必要とするラットの数

グループ：4

ネガティブコントロールグループ

ポジティブ

低線量テストグループ

高線量

1グループの動物数：60 (30 + 30)

全数(最小)：240

関連変数、生殖能力(4世代)

2. 照射小麦粉

2.1 目的

飼料中に照射小麦粉を加えた時、マウスの生殖能力に影響するかどうかを検討する。

2.2 一般必要条件

種：マウス

線量：75,000 rads

線源： ^{60}Co

供試飼料が全飼料の75%程度(乾物重)であること。

2.3 必要とされる実験

必要とするマウスの数

グループ：3

ネガティブコントロールグループ

ポジティブ #

テストグループ

1グループ当りの動物数90 (45 + 45)

全数(最低)：270

3. 照射小麦

3.1 目的

照射後2年間まで貯蔵された小麦を用いて製造したパンの栄養価の評価

3.2 一般必要条件

出来るだけ変質しない状態で2年間まで貯蔵された照射小麦(^{60}Co 75,000 rads)と非照射小麦から調製された小麦粉。

上記の小麦粉を用いて2年間まで、6ヶ月間隔で調製したパンの栄養価の化学分析。

上記と同じく、2年間6ヶ月間隔で調整したパンを短期間(12週間)飼育のラットに与えた場合の栄養的欠陥の有無の測定。

テストフードが全飼料の75%(乾物重)であること。

3.3 化学分析(詳細は契約者による)

炭水化物

全タンパクとアミノ酸

ビタミンBグループ(特にチアミン)、およびD、E、

3.4 短期飼育試験

種：ラット

グループ：3

ネガティブコントロールグループ

ポジティブ #

テストグループ

1グループ当りの動物数：60 (30 + 30)

全数（最低）：1回につき180

2回繰り返し（6ヶ月、2年貯蔵の小麦粉）

全動物数（最低）：360

関連変数、飼料消費量、体重、屍体の状態、器官の重さ（病理学上器官が異常である場合）、血清タンパクとA/G比、凝血時間。

付属書II

| 分 担 金 | | |
|--------|----------|-----|
| 加 盟 国 | 年間分担金 | 期 間 |
| ベルギー | 5,000米ドル | 3年 |
| カナダ | 5,000 | 5 |
| デンマーク | 10,000 | 3 |
| フランス | 25,000 | 3 |
| 西ドイツ | 25,000 | 3 |
| イスラエル | 5,000 | 4 |
| イタリー | 25,000 | 3 |
| 日本 | 5,000 | 3 |
| オランダ | 25,000 | 3 |
| ノールウェー | 5,000 | 3 |
| ポルトガル | 5,000 | 3 |
| 南アフリカ | 5,000 | 5 |
| スペイン | 5,000 | 3 |
| スウェーデン | 10,000 | 3 |
| スイス | 5,000 | 5 |
| トルコ | 5,000 | 7 |
| イギリス | 25,000 | 3 |
| アメリカ | 25,000 | 3 |
| オーストリア | 5,000 | 3 |

上記分担金は議会またはそれ相当の機関により年間予算として承認を得る必要がある。

付属書III

Host Centre

A. Host Centreはプロジェクト基金によらずに次のものを準備しなければならない。

(a) 設備

Project Leadreには4つのオフィスが属し、彼の秘書およびその他のスタッフが指名される。

2つの実験室は約120 m²よりなり、必要なベンチ、流しの設備、キャビネット等がおかれる。

- (b) スタッフ
- (i) 秘書は Project Leader の秘書業務を行なう。
- (ii) 実験室の技術者は Project Leader の管理のもとで Project Leader および他の科学スタッフを援助する。
- (c) 職務および施設
- (i) 光熱水の準備
- (ii) Project Leader がその計画を実行するに必要な、または A (a) に挙げられていないような実験室や機器を準備する。
- (iii) 文書コピー
- (iv) 会議室
- (v) Host Centre の図書室
- (vi) Host Centre の酒保とリクレーション
- (vii) B M および Project Leader の規則によって承認された会計規則にのっとってプロジェクト会計を維持すること。
- (viii) Project Leader の必要とする機器の購入、競争入札契約の準備
- (ix) 管理区域のプロジェクト・スタッフの医療上の管理

B. つぎのことは Host Centre によって準備される。この費用はプロジェクト基金による。

- (a) 電話、郵便、テレックス、電信
- (b) Host Centre が必要とする事務用、実験用機材等、消耗品
- (c) ワークショップサービス

C. 実施細則

- (a) Host Centre は (b) 以下に述べた項目にプロジェクトが支払う金額の 1/4 を負担する。
- (b) 第 3 条 (a) に示す分担金の範囲で、プロジェクトに必要な基金は O E C D から Host Centre に送られる。また Host 国においてはこれを特別銀行会計にしなければならない。

契約者または債権者への支払いは理事会によって承認された会計規則に従って Project Leader の請求により、Host Centre が行なう。

- (c) 第 8 条 (c) の遂行において、Project の実施に必要な契約と手法（物質や技能、研究やその他のサービスの購入）および法令等は Project Leader の依頼により、加盟国の利益のため、Host Centre によって決定される。これらすべての契約、手法、法令等は調印前に Project Leader によって準備される。
- (d) Project Leader およびその他のプロジェクト・スタッフは Host Centre で施行される管理区域および安全規則を守らなければならない。
- (e) 国際計画の実施に関するすべての実行、不履行をカバーするための適当な第三者による保険は、Host Centre によってとりきめられる。この相当額はプロジェクト基金でまかなう。

D. この付属書の規定は協力的、友好的の精神にもとづいて適用されなければならない。また

Project Leader と Host Centre の間の話し合いによって時々修正したり付け加えたりすることができる。

現物出資に関する原案

食品照射の国際プロジェクトに関するこの協定の第3条(b), 第4条(b), 第5条(b)に対する結論は1970年10月14日パリにおいてなされた。

協定の加盟国は、現物出資が算定されたり協定の規則に従って承認される前に、理事会やSPCのメンバーに対して現物出資は制限されないことで意見が一致した。

SPCの構成に関する原案

食品照射の国際プロジェクトに関するこの協定の第5条(b)に対する結論は1970年10月14日パリにおいてなされた。

協定の加盟国は、SPCの会員に科学分野で適切なバランスが確保できるより、SPCの代表者を指名する前に、互いに協議することに同意した。

最初のProject Leaderの指名に関する原案

食品照射の国際プロジェクトに関するこの協定の第4条(a)(iii), 第5条(a)(iv), 第7条(c)に対する結論は1970年10月14日、パリにおいてなされた。

プロジェクトをできるだけ早く実施するために、理事会とSPCが構成される前にProject Leaderを指名することがのぞましいものと考えられた。協定加盟国は、1971年1月1日より3年間、協定に明記されたProject Leaderとして、Mr. J. R. Hickmanを指名することを承認した。また、Project Leaderを任命することについてのIAEAとの協定を、このプロジェクトを代表してHost Centreに委任することについて承認した。

なお、帰国後会議の要旨が到着したのでここに記しておく。

④ OECD本部で行なわれた第1回総会(理事会)の議事要旨 1970.11.30 パリ

1. 日程に関する議題の採択 (FIP/BOM(70)1) 提出された議題を採択した。
2. 議長、副議長の選出

Professor Silini より指示された Dr. Lafleur の提案により指示された Dr. Cacho の提案によって M. Balligand が議長に選出された。

Mr. Croome より指示された Dr. Cacho の提案により Professor Cellini が副議長に選出された。

3. Observerの招待

WHOのDr. Meillandをobserverとして会議に出席するよう招待すること、理事会議にobserverとして代表するため、WHOは常時招待されることの2点を承認した。

4. 会議規則 (FIP/BOM(70)2)

会議はFIP/BOM(70)2にある付属書の提案に対して討議した。これらの議題のもとに起きた主な問題点は以下のごとし。

- (1) 理事会とSPCへの代表権
- (a) 加盟国に関して、あとから協定書に同意した国を含むことが記録にされた。
- (b) 代表者の代理として、他の人が会議に参加出来ないという項をはずした。加盟国は、その

代表者を全く自由に選択して会議に送ることができるものとした。

(c) S P C の議長は理事会の会議に参加しなければならないことが決定された。

(d) 会議の途中に Project Leader に座をはずしてもらいが必要が生じた場合のため、この部分の下から 2 行目を次のように修正することが同意された。

----- shall take part in meetings ----- →

----- shall be in attendance at meetings -----

(2) 理事会と S P C の機構

いくつかの点について改正案が承認された。

(3) 定足数

承認

(4) 投票

“出席”のあとに“代理による出席”の文字を入れることが認められた。

(5) 会議

(a) 理事会は少なくとも 3 分の 1 の要求により会議を開かねばならない。

(b) S P C は会議の回数を決めなければならない。

(c) E N E A および批准の対象としての I A E A は、理事会の会議に通訳をつけることを歓迎するであろうが、カールスルーエにおける S P C の会議に、このようなサービスを準備することは、Host Centre にとって困難なことになる。E N E A の試みによれば、小規模な専門委員会では通訳なしに全くりまく行なえることを示した。それ故、理事会では次のことを認めた。もし通訳を準備することが重要ならば、E N E A と I A E A は、その方法と用語について考慮するというを念頭において、S P C はこの方法を試みたいと申込まれたい。

(6) 召集と議題

会議の召集と議題の公布については、少なくとも 5～6 週間前に行なりよう努力することが決められた。

(7) 理事会と S P C の会議議事録要旨とその他の文書

この文書の見出しは、理事会と S P C の会議の参考文献を含めてフランス語版に翻訳すべきである。この文の最後の行は次のように改正された。

“広報のために理事会に採用された規則”

(8) ワーキンググループ

ワーキンググループに参加する場合、一般規則として加盟国がそれぞれの費用で行なりが、専門的な仕事への助言の必要が起きた場合は、専門家はプロジェクトの費用で参加するよう招待される。

(9) 使用用語

可決（原案のまま）

議事規則に対する前述の意見は、会議で暫定的に採択された。改正された草案については、秘書課が次の会議にはかるために取りそろえることになった。

5. 財政法 (F I P / B O M (7 0) 3)

F I P / B O M (7 0) 3 の文書の付属書にあるこのプロジェクトの財政法に関する提出原

案の、会議の審議上おきた主な意見は次のとおりである。

(1) 予算案

- (a) 安全性テスト契約と単に研究契約の2つの見出しを別けることがきまったが、これは長期食餌テストと安全性テストの方法論に関する研究のような比較的短い期間の契約を区別するためである。
- (b) 職員に対する出費が、アンバランスを示した場合は、IAEAの分担金の価額を示すことを提議した。
- (c) ドイツ当局は、Host Centreに分担金を支払うさい、そのための努力を希望せず、無料で用意された係員の費用に対してのみ、責任をもてば良い。
- (d) 予算書はその年に問題として提議された計画ごとに作成されねばならないことが決められた。
- (e) OECDに送金されたこのプロジェクトに対する分担金は、完全にOECDの予算外のものであることが確認された。

この会議では最初に提出された予算案や実施計画案について、SPC, Project Leaderおよび秘書課において予算に関する規則に照らし合わせて、先の準備へ進むべきであることが了承された。

(2) 分担金の回収

SPCが現物に関する算定を行なうさい、必要が生じたときのための参照として、多少の修正を加えることが認められた。

(3) 支出の委任

この原案の一般的な原則は受け入れられたが、財政管理を強化する必要性が考えられた。特に1つかまたはそれ以上の項目に関して、10%以下の支出超過がみられ、しかもこの過剰分について、はつきりした対策の見通しの立たない事態が起きた場合を想定した。

この点の解決には、予算案の過剰支出が生じた場合、予算費からまかなわれることが可決された。

Mr. Croomeによって提出されたこれらの点を指摘した修正案は、あらゆる場合、もし後日必要ならこの経験にしたがって、さらに修正をかさねた提案のための基礎資料として受け入れられた。

(4) 支出

問題なく承認された。

(5) 会計

Host Centreの会計維持上の責任は、OECDから受けとった基金に対する会計のみ限定され、OECDによって持ち込まれた現金または投資に対しては責任はない。Host Centreは責任といつても会計経過報告書の作成が出来るようにしておく必要がある。

(6) 現金と投資の用意

これはProject LeaderがSPCに対して、Host Centreが有効に使用するための現金を用意すること、それは年4回交付されること、に関する認可を要求したことを示すために繰り返されたものである。

(7) 派遣

Project Leader は、I A E A が雇用しているので、I A E A の旅行規則によって管理されねばならないことを認めた。他の職員に対しては必要が生じたときに考慮する。

(8) 財政管理

英文テキスト中“S P C”のあとに“および理事会”を加える。会計検査を行なうための協定に関しては、秘書課が次回の理事会まで議案を作成することにした。

6 情報の収集と広報に対する政策

完全な採択を要するほど緊急なものではなかったが、情報の収集と広報に対してのプロジェクトの役割について意見の一致をみたことは重要なことである。

また、E N E A と O E A が援助し、1970年以降はそれらから援助されない S a c l a y Food Irradiation (S F I B) Bulletin の将来について意志決定が必要とされた。

Dr. Cornelis は自国(オランダ)の食品照射雑誌をこのプロジェクトに使用できることを主張した。

W H O の代表とまた適当な広報誌を W H O から準備できると主張した。

プロジェクトの責任において、S F I B の継続が強く支持された。

次にかける項目をもとにして、小さなワーキンググループを設けることが決定された。

“協定の第1系(A)(iii)に従い、食品照射情報の分野におけるプロジェクトの役割にかんがみ、また特に S F I B の将来の役割を考へて、食品照射研究の報告手段を立案すること。”

このためのワーキンググループは次のとおり。

| | |
|---------------------|-------------|
| Dr. L. Bugyaki | ベルギー |
| Mr. J. L. Croome | イギリス |
| Dr. J. ch. Cornelis | オランダ |
| Mr. P. Leveque | フランス |
| Dr. G. Meilland | W H O |
| Mr. M. de Procst | FAO/I A E A |
| Mr. W. T. Potter | E N E A |

(このワーキンググループは、1971年1月7日パリにて会合し、つづけて準備にとりかかる)

後で、プロジェクト自身の計画から生じる情報の普及を管理する規則の必要性に対して考慮が払われた。

7. プロジェクトのもとに起される行動

(i) S P C の第1回会議の打合せ (F I P / B O M (70)4)

(a) S P C の規模を小さくするため、同時に専門分野のオブザーバーの参加を準備するため、第1回会議への助言者の数を各国1名に制限することにした。

(b) 複数の国よりなる3つのグループに対して、それぞれのグループから S P C に1名を送ることになった。関係国はできるだけ早く秘書課に指名された代表者の名前を伝えることが要求された。

(c) 代表に同伴する助言者は、その代表と同国のものから選ぶかどうかについての問題をふく

めて、S P C の構成に対して規則を提示するよう S P C は要求された。

(d) S P C の第 1 回会議は、1971 年 1 月 18 日午後 2 時より 20 日までカールスルーエで開くよう準備された。

(e) 第 1 回会議の仕事は、プロジェクトを実施する上で、理事会で討議された手順を考慮して、適切な優先順位を示すことである。またもちろん、次の研究計画と方法を決定することもその仕事である。

(2) 契約を決めるための管理上、法律上の手続き。

この手続きに関して次のように承認された。

(a) 加入国および他の関係諸国の代表者の長は、入札公布がなされてから 3 か月以内に、契約に入札するよう、適当な機関を招待するよう要請された。

このようにして、もし S P C が最初の会議で照射ポテトや小麦、小麦製品などの安全性テストに関する契約中に、技術的あるいはその他の必要条件をみとめたなら、1971 年 5 月 31 日以前に Project Leader が入札を受け入れるのに間にさうよう、招待状を公布できる。その後、最初の契約は真夏に行なわれるであろう。S P C はこの事を緊急のこととしてとり扱うよう要望されるべきである。

(b) 契約の原案に対しては、可能なかぎりドイツの法律を適用するために、十分協議することは Host Centre にとって重要なことである。

(c) 契約の技術的必要条件は、S P C が決定するので、秘書課は適切な法律上の必要条件を設定し、理事会への照会をせずに招待状の公布を行なうことができる。この写しは、理事会のメンバーに S P C 文書として配布する。

(3) カールスルーエにおける Project Leader の任命

Project Leader の義務については、1971 年 3 月 1 日にカールスルーエで論ぜられことが報告された。また S P C の第 1 回会議に出席するため、また同時に彼が新しいポストに就く前にすでに進行している筈のプロジェクト計画の仕事を始められるよう。一方 Project Leader は、オッターワについてプロジェクトの仕事に従事できるよう配慮がなされるべきとされた。1 月に再度ヨーロッパを訪門するようアレンジすることになった。

この訪問に、プロジェクトにて 1,000 ドル準備すべきことが認められた。

(4) 分担金の集金と当初予算案設定までの暫定財政処置 (F I P / B O M (7 0) 5)

メンバーからの声明によって次のことが示された。2, 3 の例外を除いて、加盟国は年の始めにプロジェクトに対して分担金を払うべきこと。また秘書課は 1971 年に入る前および翌年以降同様に加盟国に文書で請求する。1971 年度の分担金は、米ドルまたは兌換紙幣による支払が要求されたが、この点については 1972 年度の分担金を集金する前に再検討することになった。分担金の支払を毎年 9 月 30 日を最終期限とすることに難点はなかった。

提議された財政処置に関しては、予算案の設定までの中間手段として取り扱うことが認められた。

Host Centre は、S P C が考慮している間、1971 年の初めの 6 か月間、秘書課に費用の評価を準備させることになった。

8. 将来計画

将来計画について考慮するには、S P C の第 1 回会議の結果をまたねばならないと決まった。次回の理事会の日程は、当初計画と予算案と採決にかけるために用意して、議長と秘書課との協議の上準備することになった。これはおそらや 1970 年 5～6 月のことになるであろう。

附 録

第 1 回総会（理事会）出席者名簿（1970. 11 月 30 日、パリ）

| | |
|----------------------------------|--------------------------|
| Mr. P. Balligand | France (Chairman) |
| Dr. R. Spann | Austria |
| Dr. L. Bugyaki | Belgium |
| Dr. R. D. Voyer | Canada |
| Dr. F. Juul, Miss B. Poulsen | Denmark |
| Dr. J. B. Mennicken | Germany |
| Dr. D. Pøleg | Israel |
| Dr. G. Silini, Mr. A. Lamparelli | Italy |
| Dr. T. Sato, Mr. M. Ishizuka | Japan |
| Dr. J. Ch. Cornelis | Netherlands |
| Dr. B. Underdal | Norway |
| Dr. C. Cacho | Portugal |
| Dr. J. G. Boyazaglu | South Africa |
| Prof. R. F. Cellini | Spain |
| Dr. N. Molin | Sweden |
| Mr. H. Z. Zehnder | Switzerland |
| Mr. Z. Targay | Turkey |
| Mr. J. L. Croome | United Kingdom |
| Dr. J. D. Lafleur | United States |
| Dr. G. Meilland | WHO |
| Mr. D. A. V. Fischer | IAEA |
| Mr. C. ONEAL | IAEA |
| Mr. M. de Proost | FAO/IAEA |
| Mr. I. G. K. Williams | ENEA |
| Mr. P. Strohl | ENEA |
| Mr. J. A. G. Rosen | ENEA |
| Dr. R. Berry | ENEA |
| Mr. W. T. Potter | ENEA (Secretary) |
| Mr. J. R. Hickman | Project Leader designate |

(3) 成 果

(1) 国際食品照射計画の第1回総会に出席して

今回の会議は設立総会というべきもので、管理関係の方が大部分を占め、科学者はあまり見られなかった。その意味では、情報交換その他個人的な接触の機会はいえなかった。

しかし世界の多くの国が本計画に参加し、熱心に食品照射計画について討議を重ねていることに感心し、食品照射が各国にとって大きな問題になっていることを痛感した。

オリンピックではないが、参加することに意義があるという意味では日本は加入しているように感じられていた。しかし食品照射の実用化の関門である安全性については国際的見地から協力することが絶対不可決であることが、欧州の実状を調査したのちにおそまきながら感じさせられた。

この意味で第1回総会の意義ある会議に出席できたことはまことに幸であったし、今後の研究開発に大きな刺激と支柱になってくれることを感ずるとともに、責任の大なることを痛感させられた。

(2) 欧州の食品照射の現状を調査して

総体的にみて食品照射は一時の浮ついた風潮から、すこし落ちついた段階にきているという感を強くした。すなわち、新しい保存技術としてすでに食品加工技術の一つとしての地位をもってきた感じである。といっても、その事情は国によってそれぞれ異なるので一概にはいえない。したがって一概にきめることはできないが、雑多の印象から特に気づいたことを、2, 3述べてみたい。

i) 食品照射研究といってもいろいろなアプローチの仕方がある。それである研究所では Accelerator division の中で食品照射をとりあげ、一方では Radiation Technology of Food としずばり的にとりくんでいるところもある。また微生物学的(この中にも殺菌研究によってプラスの面を指向するものと、取り締まる立場から微生物学的安全性の面からとりあげるもの)などどちらかといえば基礎的分野に在るもの、その反面、pilot plant を現に稼働させて実用化研究を行なっているものなどいろいろさまざまである。しかし両者の間に若干の断絶があるように考えられる。これはどこの学問分野にもあることだと思われるが、食品照射そのものはいわゆる純粋な学問ではなく応用であり、それが目的となるべきものと考えられる。従って食品照射の開発に従事する研究者はどこまでもこの点を見失ってはいけない。初期の食品照射研究ではある程度のおそびも許されたであろうが、実用化という命題を叩いているからには、おそびの段階から脱却して前進すべきことが、日本を離れてしみじみと感じさせられた。

ii) 食品照射に対する当局の考え方

大抵の国が食品照射は原則として禁止しており、例外として許容する態度をとってきている。しかし最近ではやや態度がかわって来ているように思われた。

それは保存の場合、添加物との関連において云々される。添加物の場合には、個々の添加物1つ1つについてその安全性を検討しなければならない。当局として大変なことである。ところが照射の場合には、照射ということで一元的に検討できるので非常にやりやすい。たとえば、白身の魚を例にとると、これらはほとんど化学成分組成が同一であるから1種についてやれば、

それを拡大して他の魚にも及ぼすことができるというわけである。しかしこれほどまでも当局の考え方で、一般がどのようにうけとめるかは別問題である。ともあれ、そのような考え方に変わってきただけでも非常に大きな進歩で、食品照射の前途にとって明るい光明を投げかけていることはまちがいない。

III) 安全性テストについて

財政の関係からであろうが、[各国がそれぞれの食品について別々に安全性テストをやるなんて、愚かなことで、save money, save time の鉄則で、重複をさくべきである] というのが多くの国の見解であった。そのために今回の国際計画がスタートしたのであろうが、この傾向は非常に強い。

国際協力の下に WHO を納得させるような信頼度の高いテストをやって、国際的に認めさせることがもっとも重要であるということである。このことは輸出国にとってはもっとも関心事であるが、輸入国にとってもまた重要な問題である。最近では食糧を国内レベルのみ考えられる国はきわめて稀であれ、大なり小なり国際レベルで考えなければならぬ現在、国際的視野に立たざるをえないことはむしろ当然であろう。

III) 研究開発の国際協力

近來経済の関係から多くの国で一般的に研究予算がすくなくなっているようである。そのためそれぞれの国でやれる研究に限界がある。それで他国と共同研究をやりとす傾向が非常に強い。これは他にも理由がある。1つは欧州は一つの陸の内にあり、しかも国が小さいので距離は非常に近いこと、国同志の輸出入が盛んであることなどから一層この傾向が強くなり打ち出されている。このことは速く離れた日本からみるとまことにうらやましい限りである。

毎月くらいにどこかで照射関係の symposium, meeting が行なわれているといっても過言ではない。これまでこれらの記録すら入手が困難であった。また入手しても、オランダ語やフランス語のため大変利用しにくい面がある。このへんをなんとかときほぐして、わが国の食品照射の飛躍的發展に資したいものである。

欧州の研究者との交友を通じ、突破口はできたと思われるので、後は実行あるのみである。後発部隊である日本にとって先発の情報はまだまだ有用だと思われるので、この面の解決が望まれる。

IV) 新しい分野の開発

日本で現在開拓されておらず、欧州でみられるものとして注目すべきものとして、Cs 137 の mobile irradiator と Spent Fuel Element Plant とがある。

いずれも今後有望な分野と考えられるので、食品照射および殺菌分野から、日本でも1日も早く研究に着手すべきものとの感を抱いた。

7. 懸案事項

出張中における懸案事項としては特記すべきことはない。

付記：帰国後 OECD 事務局当てに次の事項について語問が来ている。

国際計画の中に Scientific Programme Committee (S. P. C.) があるが、これに参加するメンバーは年額 2,000 ドルを支払う国のみである。しかし 5,000 ドルの国も 5 か国が

グループにすればそこから1人の代表的を出すことができる。

そこで会議が終わったあとで、5,000ドルグループの中で事前に相談をせずにどのグループにも加入していない国が5か国集って協議した。その一つにカナダ、イスラエル、日本、ベルギー、トルコがある。OECDからは旅費が出ないのでさし当り、地元のベルギーが代表になってほしいとのことで話がまとまった。

ところが、SPCは年3回開かれるが、代表は1年間毎に回りに持ちにしたいとの話が科学技術庁の方に正式にあったとのことである。局としてもそのことについて異議はないが、国から出張旅費を出すことは困難である。それでその分の経費（日本代表が原研職員であるや否やを問わず）は原研でもってこないかとの申込がなされている。

なお1971年1月18日附のOECDの公文が佐藤宛に入っている。それによると最近ブラジルが本計画に参加したいと申込んできているが、御意見はどうか。異議がなければ、受け入れたい意向とのことである。

8. 注意事項 特になし

9. 帰参した資料リスト

(1) フランス

会議関係

(a) Board of Management: Rules of Procedure (Preliminary Proposals by the Secretariat)

(b) Agreement on an International Project in the field of Food Irradiation

(c) 帰国後到着分

Board of Management, Summary record of the First meeting of the Board held at the OECD Headquarters.

その他

1 Symposium sur L'irradiation des Pommes de Terre
Bruxelles, 1-2, 10, 1969

2 Essais de Radurisation du Jambon en Tranches sous Vide
En Enveloppe Cellulosique ou Plastique

3 Conservation des Products Carnes par Radioexposition

4 L'irradiation Nouveau Procede

5 Journal officiel de la Republique Française

6 Arrete relatif au Commercedes Pommes de Terre irradiees

(2) オーストラリア

IAEA

(1) Application of Food Irradiation in Developing Countries (1966)

(2) Laboratory Training Manual on the Use of Isotope and Radiation in
Animal Research (1969)

(3) Neutro

- (3) Neutron Irradiation of Seeds (1967)
- (4) Microbiological Specifications and Testing Methods of Irradiated Food (1970)
- (5) Training Manual on Food Irradiation Technology and Techniques (1970)
- (6) Microbiological Problems in Food Preservation by Irradiation (1967)
- (7) Preservation of Fruit and Vegetables by Irradiation (1968)
- (8) Elimination of Harmful Organisms from Food and Feed by Irradiation (1968)
- (9) Enzymological Aspects of Food Irradiation (1969)
- (10) General Survey of Irradiation Food Products cleared for Human Consumption in Different Countries (1970)
- (11) The Treatment of Fruit Juice by Ionizing Radiation: Final Report on the joint ENEA/IAEA/SGAE. International Food Irradiation Programme.
- (12) Seibersdorf Project Report
 - SFR-1 (1966)
Isolation of Yeasts in Gruner Veltliner Grape Juice.
by A. Fernandez G., G. Stehlik and K. Kaindl
 - SPR-2 (1966)
Notes on the Determination of the Stability Constants of Copper-Complexes with Nucleic Acids and Nucleic Acid Derivatives.
by L. Kaminski, H. Altmann and K. Kaindl
 - SPR-3 (1966)
On the Application of ^{139}Ba for Total Sulphur Determinations in Biological Material.
by M. Putz, H. Altmann, A.V. Sziloinyi and K. Kaindl

SPR-4 (1966)

The Fungistatic Effect of Cobalt 60 Gamma Radiation on Different Concentrations of Grape-Juice Yeasts Part I. Juice-fermenting yeasts
by A. Fernandez, G. Stehlik and K. Kaindl

SPR-5 (1966)

An Installation for the Continuous Extraction of Large Amounts of Synchronized Chlorella.
By F. Fetter, T. Gumpelmayer, N. Weidinger, F. Buschbock,
E. Pfisterer, K. Kaindl, A.V. Szilvinyi and H. Altmann

SPR-6 (1966)

A Report on Yeast Strains Present in Different Fruit Juices and the Problem of their Resistance to Ionising Radiations.
by P. Dupuy and R. Mouton

SPR-7 (1966)

The Relationship of Cu^{++} Content to the Radioresistance of Yeast.
by D. Gesswagner, H. Altmann, K. Nikolai, A.V. Szilvinyi
and K. Kaindl

SPR-8 (1966)

Analysis of the Volatile Compounds in Irradiated Apple and Grape Juices.
by P. Dubois, H. Zenz, G. Stehlik and K. Kaindl

SPR-9 (1967)

The Influence of Irradiated and Non-irradiated Glucose Solutions on Human Fibroblasts.
by G. Kellner and K. Kaindl

SPR-10 (1967)

Influence of Degradation Products of Irradiated Glucose Solutions on Human Fibroblasts. I. Glyoxal
by G. Kellner and K. Kaindl

SPR-11 (1967)

Wholesomeness-testing of Irradiated Fruit and Fruit Juices.
Initial Acceptability Trials of Unirradiated Apples and Apple-Juice.

by D. Adamiker, H. Levinsky, D. Folse, A.V. Szilvinyi
and K. Kaindl

SPR-12 (1967)

Fermentative Development of Yeasts Inoculated into Natural Fruit
Juice and Juice Exposed to Cobalt 60 Gamma Radiation.

by A. Fernandez, G. Stehlik and K. Kaindl

SPR-13 (1967)

Influence of Glyoxal on Human Fibroblasts.

by O.L. Klamerth and K. Kaindl

SPR-14 (1967)

The Fungistatic Effect of Cobalt 60 Gamma Radiation on Different
Concentrations of Grape-Juice Yeasts.

Part II. Non-fermenting yeasts.

by A. Fernandez, G. Stehlik and K. Kaindl

SPR-17 (1968)

Determination of Cu, Zn, and Mn, by Neutron Activation Analysis,
in Four Yeast Species Cultivated in Apple and Grape Juices.

by D. Varaldi, K. Nikolai, G. Stehlik, H. Altmann
and K. Kaindl

SPR-18 (1968)

Radiolysis of Glucose.

Part I. Separation and Identification of the irradiation Products
of a 0.001 M Glucose Solution.

by H. Scherz, G. Stehlik, K. Kaindl and E. Bancher

SPR-19 (1968)

Radiolysis of Glucose

Part II. Studies on the Formation of Dicarbonyl Compounds by
Irradiation of Aqueous Glucose Solution, with Special Reference
to Glyoxal and Malondialdehyde.

by H. Scherz, G. Stehlik, K. Kaindl and E. Bancher

SPR-20 (1967)

Effects of Irradiation on the Volatile Components of Fruit Juices.

I. First Results from Apple and Grape Juices.

by R. Barrera, F. de la Cruz, L. Gasco and J. Manero

SPR-21 (1968)

The Formation of Malondialdehyde and Glyoxal in Irradiated Apple Juice
by H. Scherz, G. Stehlik, F. Stockinger and K. Kaindl

SPR-22 (1968)

Studies on the Influence of Gamma Irradiation of *Saccharomyces cerevisiae*.

by F.D. Howard, H. Altmann, E. Wawra, C. Saiz de Bustamante
and K. Kaindl

SPR-23 (1969)

Radiolysis of Malic Acid in Aqueous Solution.

by P. Hari, G. Stehlik, E. Bancher

SPR-24

Determination of Some Physico-Chemical Properties of Pectin-Methyl-Esterase.

by H. Delincee, B. J. Radola

SPR-25 (1969)

The Effects of Combined Heat and Irradiation Treatment on Pectin-Methyl-Esterase.

by H. Delincee

SPR-26 (1969)

Effect of Irradiation on the Volatile Components of Fruit Juices.

by R. Barrera, F. de la Cruz, L. Gasco

SPR-27 (1969)

Microbiological Aspects of the Preservation of Apple Juice by a Combined Heat and Radiation Treatment.

1. Factors influencing the radiation and heat sensitivity of *Saccharomyces cerevisiae*.

by J. Zehnder, I. Kirr, A.M. Balkay, I.D. Clarke

SPR-28 (1969)

Microbiological Aspects of the Preservation of Apple Juice by a Combined Heat and Radiation Treatment.

2. Combined heat and radiation

by A.M. Balkay, J. Zehnder, I.D. Clarke

SPR-29 (1969)

Microbiological Aspects of the Preservation of Apple Juice by a Combined Heat and Radiation Treatment.

3. The effects of very high dose rate at ambient temperature and at 50°C.

by J. Zehnder, A.M. Balkay, I.D. Clarke

(1964)

13 Atomenergie in der Zuckerrubenindustrie

by K. Kaindl, M. Rosner

14 (1967)

First Activity Report

1st Jan. 1965

31st Dec. 1966

(3) デンマーク

1 Microbiological Control on Radiation Sterilization of Medical Supplies III. (1969)

2 Radiation Resistance of Bacteria and Microbiological Control of Irradiated Medical Products. (1969)

3 Microbiological Aspects of Sterilization. (1969)

4 The Basis of the Danish Choice of Dose for Radiation Sterilization of Disposable Equipment. (1969)

5 Comparison of the Microbiological Efficiencies of Irradiation plants at Wantage, U.K. and Riso, Denmark, and the Efficiency of Various Laboratories to carry out the Microbiological Counting Technique.

6 Dosimetry in Radiosterilization of Medical Products.

by Niels W. Holm (Riso Report No. 185, 1968)

- 7 Appendix to the Thesis
Dosimetry in Radiosterilization of Medical Products.
A compilation of Papers Written by Niels W. Holm (1968)
- 8 Dosimeters for Industrial Irradiation.
by N. W. Holm (IAEA/SM-123/41)
- 9 Investigations on the Microbiological Basis of Radiation
Sterilization of Medical Supplies. (No. 473/R2/RB)
- 10 Microbiological Control of Radiation Sterilization of Medical Supplies.
I. Total Count on Medical Products (Disposable Syringes and Donor
Sets) Prior to Radiation Sterilization.
by S. Mukherji and N.W. Holm (Riso Report No. 122)
- III. Number of microorganisms with high radiation resistance found
on medical products prior to radiation sterilization.
by C. Emborg
- 11 Bacillus sphaericus, C, A, as a Microbiological Reference Standard.
(CE-10-1968)
- 12 Streptococcus faecium, A₂1 (ATCC 19581) as a Microbiological Reference
Standard. (CE-10-1968)
- 13 Radiation Resistance of Bacteria and Microbiological Control of
Irradiated Medical Products.
by E. A. Christensen
- 14 Comparison of the microbiological efficiencies of irradiation plants
at Wantage, U.K., and Riso, Denmark, and the efficiency of various
laboratories to carry out the microbiological counting technique.
by F.J. Ley, Signe Holta Øie, Claus Emborg
- 15 Radona/Riso/WRL Experiment November-December 1969.

(4) オランダ

- 1 Application of Atomic Energy in Agriculture (Annual Report) 1969
- 2 Potato Irradiation. Series Computus-Rendus-18 Euristop (1969)
- 3 Voedsel bestralen? ja, waarom niet proefbedrijf voedselbestraling
(1970)
- 4 Bestraling van Voedingsmiddelen.
- 5 Construction of the "Proefbedrijf Voedselbestraling" in Holland.
- 6 Commercialisatie van Bestraald Voedsel. 1970
- 7 Kosten van het Bestralingsprocede.
- 8 International Health Aspects of Irradiated Foods.
- 9 Irradiation of Agricultural Products. 1969
- 10 Nieuwvsbrief.
- 11 Einsatz der Bestrahlungstechnik zur Desinfizierung von Futtermitteln.
- 12 L'emploi des techniques d'irradiation pour la decontamination des
fourrages.

(5) イギリス

- 1 Spent Fuel Gamma Irradiation Unit.
- 2 Sterilization of Laboratory Animal Diets using Gamma Radiation. 1969
- 3 Gamma Radiation for Product Sterilization. 1970
- 4 The Use of Gamma Radiation for the Elimination of Salmonella from
Frozen Meat. 1970

(6) ドイツ

- 1 Kernforschungszentrum Karlsruhe.
- 2 Bundesforschungsanstalt für Lebensmittel-frischhaltung in Karlsruhe.
1969
- 3 The Institute of Radiation Technology of the Federal Research Centre
for Food Preservation, Karlsruhe.
- 4 Elektronenspinresonanz - Untersuchungen an Strahlenkonservierten
Lebensmitteln.
I. Einfluss der Strahlendosis auf die Spinkonzentration.

別添資料 フランス共和国官報

5月12日, 1970年

農 業 大 臣

人および動物の食用に供し得る照射商品の販売に関する欺瞞防止についての1905年8月1日の法律の適用に関する管理規則を含む1970年5月8日の大統領令n°70-392

第1条——食料品、飲料品および人または動物の食用に供する製品であって、電離放射線の作用を受けたものは、この法令に定める条件および規定に従わずに販売の目的で保持し、販売に供し、または販売することはできない。

電離放射線の作用を受けた物質に接触させた食料品なども同じ。

第2条——前条に定める食用に供する商品に対して照射は、フランス公衆衛生審議会、医学アカデミーおよび人工放射性元素委員会の勧告に従った農業相、経済・財務相および公衆衛生・社会保障相の共同布告により定められた条件で行なわなければならない。

この布告は処理法の特徴、特に最大“吸収線量”時には最小“吸収線量”、使用線源の性質、放射線粒子のエネルギーの限界などを想定する。

第3条——2条および5条の規定は、“吸収線量”が(前記の)各相共同布告により定められる値より小なるときは適用されない。

第4条——照射は誘導放射能を生じないような放射線によっておこなわれなければならない。

第5条——第1条に定める食料品(等々)は照射処理の行なわれた包装装置を識別するために、食品の不当表示、防止機関によって与えられた表示を付さなければならない。

第6条——第1条に定める食料品(等々)は“被照射”または“照射処理”との文字を記入した札を付さなければならない。

第7条——前条の記載事項は販売契約、発送の報告書などに複写しなければならない。

第8条——1963年7月2日の法律の第5条および第6条の規定を適用することなく、商品の品質や処理方法に関して購入者の心に混乱を起こさせるような広告や不明瞭な表示は禁止される。

第9条——意味不明

第10条— 照射食品が許可されている国から輸入され、フランスの法令に適合する食品は第5条および第8条による表示をしなければフランスの市場で販売できない。第3条に規定される各大臣共同布告はその条件を満足する国と商品のリストを定める。

第11条— 司法相 - - - - - 公衆衛生・社会保険相のこの法令の施行に関する一切に責任を負う。

照射ジャガイモの販売に関する報告

✓

農業相、経済・財務相・公衆衛生・社会保険相
1970年5月8日の大統領令N°70-392にもとづき

— 第 1 条 —

以下に定める条件下で、この布告の公布から5年間を使って、コバルト60またはセシウム137の放射線照射によって発芽を抑制して貯蔵したジャガイモを販売の目的で保持し、販売に供しおよび販売することが認可される。

— 第 2 条 —

大処理の過程でジャガイモに与えられる“吸収線量”は7,500と15,000 radの間でなければならない。

— 第 3 条 —

第1条の目的とするジャガイモは貯蔵ジャガイモに関する規則に定められた規格のものでなければならない。

それは照射の前後を問わず如何なる化学処理を施されてはならない。

— 第 4 条 —

“吸収線量”が第2条に定める範囲にふたるかどうか、およびジャガイモが本布告に定める条件に従って処理されているか否を確かめるために食品の不当表示防止および品質管理の機関の監督が行なわれる。

“吸収線量”は1回の作業の初めに少くとも1回規定の方法で測定する。

— 第 5 条 —

ジャガイモの包装は一般の貯蔵ジャガイモの包装の規則に従う。その包装は化学的処理をしてはならない。

包装には消費者に渡るまでの各流通段階を通じて照射処理を受けたものであることを示すところの食品監視機関によって与えられた判印を付される。

—— 第 6 条 ——

前条にいう包装は以下にかかげる表示をした札（ラベル）を貼付しなければならない。

- 1) 貯蔵ジャガイモの規制に従って表示。
- 2) “被照射”または“放射線照射により処理”ならびに“発芽抑制”の表記。“被照射”または“放射線照射”の文字の大きさは包装が50kg以下の場合には（字）の高さ最小4mm、それ以外の場合には最小10mmとする。
- 3) 化学的処理をしていないジャガイモの表示は“被照射”の表示の文字よりも大きくてはいけない。

—— 第 7 条 ——

包装の札（ラベル）に掲示される表示事項（照射処理についての）は販売契約、配送伝票などに複写されなければならない。（ただし100kg以上の取引き）

—— 第 8 条 ——

照射ジャガイモを照射企業が発送する場合には食品監視機関の定める特別な帳簿にすべての発送記録を残す。（送り先、数量、日付）

—— 第 9 条 ——

第3条、第5条、第6条および第7条の規定は1970年5月8日の大統領令第10条に定める外国産の照射ジャガイモにも適用される。

—— 第 10 条 ——

財務厅长官、国内商業厅长官、公衆衛生厅长官はこの布告（官報に告示）の施行に関し、すべての責任を負う。