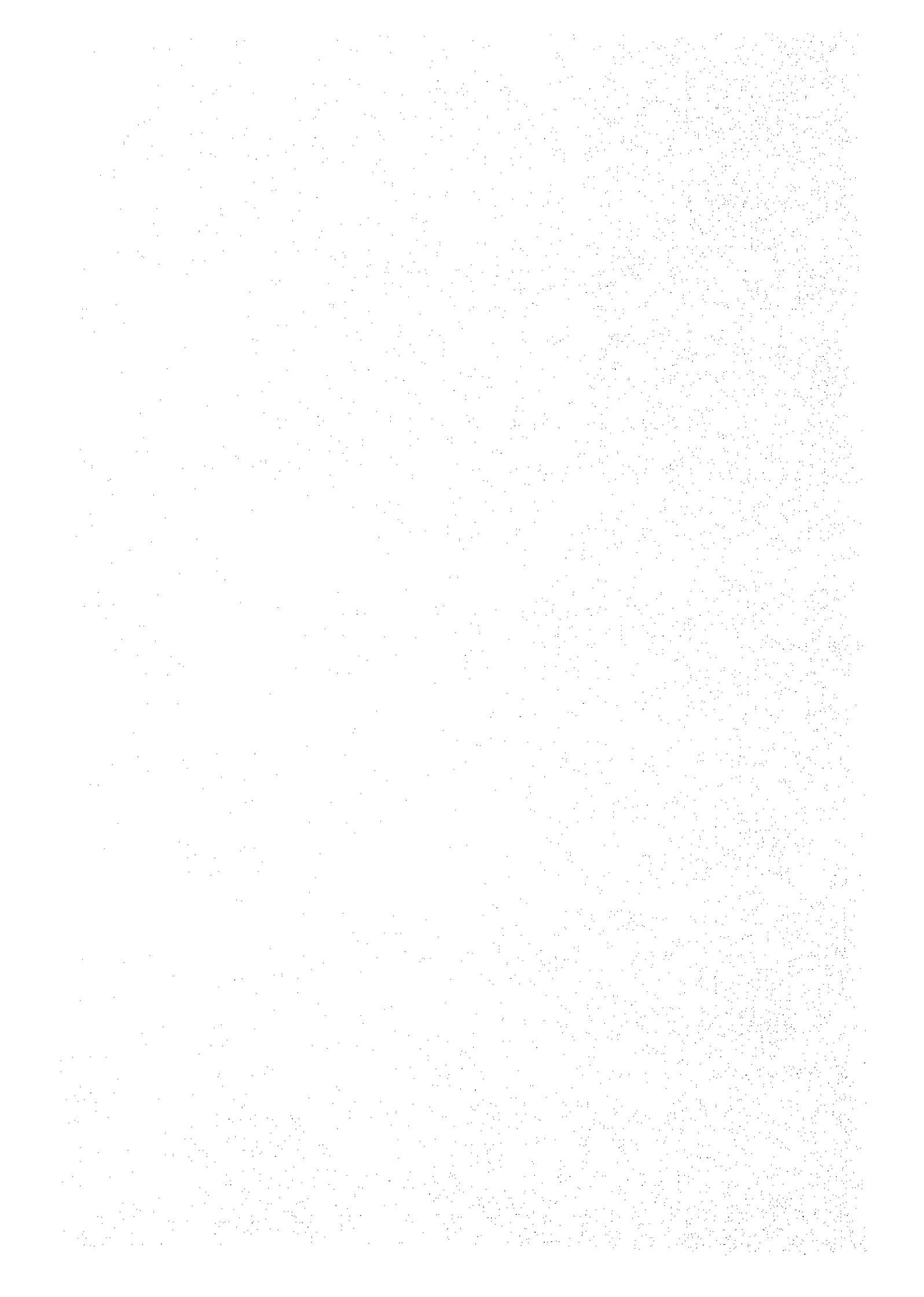


## II 尾崎 薫 専門家（大豆栽培）

派遣期間 昭和63年6月21日～昭和63年11月20日



## 業務目的

“追加暫定実施計画覚書”（1987、12、17）により、三江平原農業総合試験場試験研究計区に「大豆の安全多収栽培法」が加わった。小職は当該計区の「大豆大面積安定多収栽培技術とその研究法に対する指導助言」を目的とした。

## 業務内容報告

### I はじめに

三江平原農業総合試験場計画は、低温冷害、水利開発に関する研究を行ない、三江平原の農業開発に資するもので、低温冷害に関する研究は、黒竜江省農業学院耕作栽培研究所を主体とする低温冷害研究中心と、佳木斯市に位置する黒竜江省農業科学院合江農業科学研究所および黒竜江省水稻研究所によって構成される低温冷害研究分中心において実施されている。

合江農科所は1947年に合江省佳木斯期農業試験場として発足し、1962年に黒竜江省合江農業科学研究所に改称されて黒竜江省農業科学院の管下に入ったものであり、三江平原農業のための技術開発とその利用を目的とし、畑作物の優良品種の育成をと、安定多収栽培技術の開発ならびにその適用研究を実施している。

### II 低温冷害研究分中心の研究体制

合江農科所は表1に示す13科室によって構成され、所長1名、副所長2名のもとで研究職76名、行政職16名、労働者72名、合計167名の職員により運営されている。当プロジェクトの発足に当り、水稻研究所の一部の研究室と併せて低温冷害研究分中心を組織し、合江農科所では27名の研究者で対応している。（表2）。

### 合江農業科学研究所の組織と業務の概要

表-1

| 研究室・科名  | 主任  | 研究員数 | 業務                                      |
|---------|-----|------|---|
| 大豆育種研究室 | 周豊鏡 | 9    | 大豆新品種の育成、育種方法                           |
| 作物栽培研究室 | 連成才 | 8    | 育成品種の栽培法、畑作物の栽培法改善                      |
| 土壤肥料研究室 | 趙徳林 | 8    | 低位生産土壤の改良、化学肥料の施肥法、施肥量有機物鋤込             |
| 植物保護研究室 | 朴亭三 | 10   | 灰斑病防除法、同レースの同定、アブラムシ、ダイズシンクイガの防除法、雑草防除法 |
| 雑糧育種研究室 | 王順  | 16   | 小麦、トウモロコシ新品種育成                          |
| 開発研究室   | 張成庫 | 1    | 研究成果の普及方法                               |
| 科学研究管理科 | 顧広昌 | 5    | 研究情報の蒐集・情報交換                            |
| 総合化驗室   | 関学栄 | 5    | 土壤、植物体の成分分析                             |
| 実験農場    | 趙憲誠 | 3    | 原々種の増殖                                  |

注：外に行政部門として弁行室、財務会計課、人事保衛課、賞委弁仁室がある。

低温冷害研究分中心の研究体制

表2

| 低温冷害研究分中心 |       | 合江農科所関連研究室        |
|-----------|-------|-------------------|
| 室名        | 主任    |                   |
| 図書情報資料室   | 曲 洪 安 | 化学研究管理科           |
| 微気象研究室    | 李 寅 忠 | 作物栽培研、総合化驗室       |
| 土壤改良研究室   | 趙 德 林 | 土壤肥料研、総合化驗室       |
| 畑作物研究室    | 連 成 才 | 作物栽培研、植物保護研、総合化驗室 |
| 測 試 分 中 心 | 楊 永 華 | 総合化驗室             |

Ⅲ 低温冷害研究分中心における研究課題

合江農科所における本プロジェクト関連の研究課題は表-3のとおりである。

Ⅳ 大豆の大面积での安全多収総合技術の開発研究

この研究項目は1988年度から、当プロジェクトに取り上げられたものである。その内容は、1) 大豆の耐病、耐冷、良質、多収品種の選抜育種とその方法に関する研究と、2) 大豆の単位面積当りの収量目標を達成するための栽培技術総合化の現地実証試験に大別される。後者は収量目標を異にする2つの小項目に分かれるが、その研究内容はほぼ同様であるので、ここでは一括して述べる。これらの研究は何れも合江農科所におけるこれまでの研究実績に立脚して進められている。以下に研究実施の現状と研究推進上の問題点について述べる。

1、大豆の大面积での10a当り収量 262~375ka の栽培技術の開発研究。

1) 研究のねらいと進め方

三江平原における大豆の収量水準を高めることを目標に、省内各研究機関において明らかにされてきた栽培技術を総合的に取り入れ、それらの技術が大豆の増収に寄与する程度を明らかにし、三江平原における大豆の標準的耕種法を確立するとともに、標準耕種法の普及により大豆単収の向上、品質の改善を図り、これらがもたらす経済的効果を評価しようとするものである。

10ka当り収量 262kgの達成を目標とする課題は黒竜江省科学技術委員会の課題として1987年から宝清県で、10a 当り 300kgを目標とする課題は中国科学委員会の課題として1986年から宝清県で進められていた。

本研究は県長を始めとし、県の農業指導者、合江農科所および農民が一体となって推進されている。具体的には、①春季、各郷、鎮の農業指導者、農業普及所の技術指導幹部が、作付面積、収量目標を確定し、各郷、鎮の幹部が農民の技術指導を行なうほか②テレビで技術情報を放映し、③技術指導書を各農家に配布するなど広報活動を活発に行い④播種時期、生育中期には現地で集会を開き、農民の経験を総括し、技術交流を図り、⑤大豆の各成育段階に応じて、技術指導者は各郷、鎮を巡回指導し、農民への技術指導が行なわれる。

合江農業科学研究所関連研究一覧 (1988)

表3

| 研究課題           | 研究項目                         | 中項目                            | 小項目                                      | 試験年次  |
|----------------|------------------------------|--------------------------------|--|-------|
| I 災害気象の対策技術    | 1. 低温冷害の作物気象特性に関する研究         | (1) 三江平原冷害発生規律の研究              | (1) 作物別冷害発生規律、冷害類型及び冷害防止技術の確立            | 86~90 |
|                | 2. 安全多収の計画栽培法策定に関する研究        | (1) とうもろこしの耐冷安全多収の計区栽培法の研究     | (2) とうもろこしの最適栽培法の策定                      | 86~88 |
|                | 3. 微気象改良技術の確立に関する研究          | (2) 畑地の微気象改良による冷害防止の研究         | (1) 大豆のマルチによる冷害防止技術の確立                   | 86~88 |
| II 施肥法改善と地力維持  | 1. 安全多収のための施肥法改善と地力向上に関する研究  | (1) 有機物施用による地力向上に関する研究         | (1) 作物に対する有機物(麦桿等)施用効果に土壤の理化学的性関係        | 87~89 |
|                |                              | (2) 混層耕にする白漿土の理化学的性の改善と地力向上の研究 | (2) 有機物施用大規模展示用の造成                       | 87~89 |
|                |                              |                                | (1) 白漿土層と沈殿層の混耕程度の効果と土壤の理化学的性、生物相、養水分の変化 | 86~90 |
| III 耐冷性品種の育種方法 | 2. 水稻・畑作物の低温冷害抵抗性の検定方法に関する研究 | (2) 畑作物の耐冷性検定方法の研究             | (1) 大豆種子中の蛋白、脂肪含量と耐冷性との関係                | 87~88 |
|                |                              |                                | (2) とうもろこし種子中の澱粉、糖含量と耐冷性との関係             | 87~88 |
| IV 低温冷害生理の解明   |                              |                                |  |       |
| V 安全多収栽培法の確立   | 2. 大豆の大面積での安全多収総合技術の開発研究     | (1) 耐病・耐冷・良質多収品種の選抜育種          | (1) 耐病・耐冷・良質・多収品種の選抜育種とその方法の研究           | 88~90 |
|                |                              | (2) 大豆の大面積での安全多収総合技術の開発研究      | (1) 大豆の大面積での畝当たり収量 175kg の栽培技術開発研究       | 88~90 |
|                |                              |                                | (2) 大豆の畝当たり収量 300kg の栽培技術及び生態適応性の研究      | 88~90 |
| 合計 4(5)        | 6(10)                        | 8(18)                          | 11(28)                                   |       |

2) 試験研究実施個所と収量目標

1988年度の試験実施個所と収量目標別の大豆作付面積は表4のとおりである。収量目標 300kg/10a は立地条件の良い畑で主として施肥改善による多収を、また収量目標 375kg/10a は、小面積でより集約的管理により多収を図ろうとするものである。さらに尖山子郷東紅村を本試験の根拠地とし、一部の畑を利用して展示的な小区試験が行なわれている。

大面積での安全多収総合技術の開発研究実施個所 (1988)

表4

|    |       | 262kg/10a 目標 |      | 左 の 中        |     |           |      |
|----|-------|--------------|------|--------------|-----|-----------|------|
|    |       | h a          | 万 畝  | 300kg/10a 目標 |     | 375kg/10a |      |
|    |       |              |      | h a          | 万 畝 | h a       | 万 畝  |
| 1  | 宝 清 鎮 | 334          | 0.5  |              |     | 20        | 0.03 |
| 2  | 央 信 子 | 867          | 1.3  |              |     |           |      |
| 3  | 小 城 子 | 467          | 0.7  |              |     |           |      |
| 4  | 友 央   | 934          | 1.4  | 667          | 1.0 | 67        | 0.1  |
| 5  | 朝 阻   | 1,067        | 1.6  | 667          | 1.0 | 33        | 0.5  |
| 6  | 尖 山 子 | 1,134        | 1.7  | 667          | 1.0 | 67        | 0.1  |
| 7  | 万 金 山 | 667          | 1.0  | 334          | 0.5 | 20        | 0.03 |
| 8  | 青 原   | 2,001        | 3.0  |              |     |           |      |
| 9  | 十 八 里 | 667          | 1.0  |              |     |           |      |
| 10 | 涼 水   | 934          | 1.4  |              |     | 7         | 0.01 |
| 11 | 七 星 泡 | 2,268        | 3.4  | 334          | 0.5 | 7         | 0.01 |
| 12 | 七 星 河 | 467          | 0.7  |              |     | 7         | 0.01 |
| 13 | 達 平   | 534          | 0.8  |              |     |           |      |
| 14 | 東 升   | 800          | 1.2  |              |     |           |      |
| 15 | 宝 山   | 133          | 0.2  |              |     | 7         | 0.01 |
| 16 | 県良種場  | 67           | 0.1  |              |     |           |      |
|    | 合 計   | 13,340       | 20.0 | 2,668        | 4.0 | 233       | 0.35 |

3) 試験研究実施の現状

1988年度の収量目標達成のための普及技術とその内容を要約すると表5のとおりである。

大豆栽培技術

表5

| とりあげる技術           | 技術の内容  |                 |                    |  |                    |  |     |        |     |       |          |              |              |               |                    |                 |                 |
|-------------------|--|-----------------|--------------------|--|--------------------|--|-----|--------|-----|-------|----------|--------------|--------------|---------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| 輪作                | 平担肥沃地を選び、トウモロコシ、小麦その他の食糧作物、そ菜等の後地に栽培する。連作・隔年作は避ける。   |                 |                    |  |                    |  |     |        |     |       |          |              |              |               |                    |                 |                 |
| 耕起・整地             | 夏、秋に耕起した畑は、早春土塊を破碎し丁寧に整地する。<br>トウモロコシ後地は早春根株を掘り出し除去する。耕起した畑、畦のままになっている畑は、4月25日頃までに畦立てを完了し、直ちにローラーで鎮圧し土壌水分の保持につとめる。   |                 |                    |  |                    |  |     |        |     |       |          |              |              |               |                    |                 |                 |
| 施肥                | <p>(施肥法) 有機質肥料は秋耕畑では整地と同時に畦のままの畑地では畦間に施用する。化学肥料は播種時に種子の下方3~4cmに施肥する。</p> <p>(施肥量) 収量目標と連・輪作畑別の施肥量は次のとおりとする。</p>  |                 |                    |  |                    |  |     |        |     |       |          |              |              |               |                    |                 |                 |
|                   | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">目標収量 262kg/10a</th> <th>目標収量 300~375kg/10a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>輪作畑</th> <th>連(隔年)作</th> <th>輪作畑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>有機質肥料</td> <td>1.5t/10a</td> <td>1.5~3.0t/10a</td> <td>1.5~3.0t/10a</td> </tr> <tr> <td>リン酸<br/>第2アンモン</td> <td>11.25~<br/>15kg/10a</td> <td>18.75kg<br/>/10a</td> <td>15.0~23.0kg/10a</td> </tr> </tbody> </table> |                 | 目標収量 262kg/10a     |  | 目標収量 300~375kg/10a |  | 輪作畑 | 連(隔年)作 | 輪作畑 | 有機質肥料 | 1.5t/10a | 1.5~3.0t/10a | 1.5~3.0t/10a | リン酸<br>第2アンモン | 11.25~<br>15kg/10a | 18.75kg<br>/10a | 15.0~23.0kg/10a |
|                   | 目標収量 262kg/10a   |                 | 目標収量 300~375kg/10a |  |                    |  |     |        |     |       |          |              |              |               |                    |                 |                 |
|                   | 輪作畑  | 連(隔年)作          | 輪作畑                |  |                    |  |     |        |     |       |          |              |              |               |                    |                 |                 |
| 有機質肥料             | 1.5t/10a   | 1.5~3.0t/10a    | 1.5~3.0t/10a       |  |                    |  |     |        |     |       |          |              |              |               |                    |                 |                 |
| リン酸<br>第2アンモン     | 11.25~<br>15kg/10a   | 18.75kg<br>/10a | 15.0~23.0kg/10a    |  |                    |  |     |        |     |       |          |              |              |               |                    |                 |                 |
| 根粒菌接種品種           | <p>注) ※Carbofuran (3%) 3.75kg/10a を加え潜土性害虫防除<br/>(葉面散布) ①10a当たりモリブデンサンアンモン 15g尿素1.13kgリン酸石灰 15kgリン酸カリ0.23kgに水37.5kgを加用②尿素 1.1~1.5kg / 10a に水37.5~45kgを加用、開花期、盛花期に散布する。</p> <p>(追肥) 尿素 7.5 11.2kg/10a</p> <p>10a当り380gの菌肥に水 100~150ccを加えて使用。陰乾後24時間以内に播種合豊25号、合交82-627。病虫被害粒、破碎粒、不稔粒、莢雑物を除法する。</p>  |                 |                    |  |                    |  |     |        |     |       |          |              |              |               |                    |                 |                 |
| 種子磁化処理<br>播種      | <p>播種前に3回行ない、24時間以内に播種<br/>(播種期) 5cm地温が8~10℃に安定した時。平担地は5月上旬丘陵値は5月中旬。<br/>(播種量) 7.5~9.0kg/10a<br/>(播種法) ①“畦上双条” 定量点播、条間距離10~12cm②高畦幅播</p>   |                 |                    |  |                    |  |     |        |     |       |          |              |              |               |                    |                 |                 |
| 栽植密度<br>間引き<br>中耕 | <p>播種深度は平地山地では5cm、凹地では4cm<br/>合豊25号: 30,000~33,000株/10a、合交82-627: 24,000~29,000株/10a<br/>2条播(定量点播以外)、広幅播では、人力で間引き、株立ちの均一化を図る。<br/>3回、第1回: 発芽直後、稚苗に覆土(1~2cm)(晩霜害を防ぐ)第2~3回繁茂期前に完了する。</p>   |                 |                    |  |                    |  |     |        |     |       |          |              |              |               |                    |                 |                 |
| 除草                | <p>3回、適期に行なう。大豆結莢期後、雑草種子成熟前に種草取りをする。<br/>(除草剤) ①Flex 75g+Onecide 75g に水45kg/10a 雑草3~4葉期散布<br/>②Flex 75 +Nabu 105ggに水45kg/10a</p>   |                 |                    |  |                    |  |     |        |     |       |          |              |              |               |                    |                 |                 |
| 病虫害防除             | <p>①灰斑病: T56 BM DNJ (50%) 75~105g+水50kg/10a、7月末~8月上旬に7~10日間隔で2回散布<br/>②灰斑病+ダイズシンクイガ: T56 BM DNJ (50%) 75~100g+Decis50cc<br/>③アブラムシ: Forima+乳剤+DDVの800~1000倍液を38~45kg/10a</p>   |                 |                    |  |                    |  |     |        |     |       |          |              |              |               |                    |                 |                 |
| 収穫                | 適期   |                 |                    |  |                    |  |     |        |     |       |          |              |              |               |                    |                 |                 |

表にみるように普及技術の内容は、既往の試験研究結果に基づいて、圃場の選択から耕起、整地、施肥、根粒菌接種、品種、播種、栽植密度、病害虫・雑草防除、圃場管理等々にわたっている。試験実施の過程新しい知見が得られた場合には技術内容に取り入れられる。

調査は土地条件、前作物、栽培技術水準および生育状況を勘案し目標収量に到達しようと推察される農家を5戸内外選定し、多収穫大豆の収量並びに生理、生態的指標を明らかにするため、分枝期、開花始、開花期、開花終期、結莢期および粒肥大期の各生育段階に応じて、生育調査、各器官別の乾物重、葉面積、養分吸収量並びに収量構成要素を調査する。

収量調査は過去の生産実績および生育中の圃場調査により各郷、鎮より上・中・下3種類の村を選出し、各村の中から同じく上・中・下3種類の農家を選出する。1種類当り2戸、1戸当り5ヶ所（1ヶ所1㎡）の刈取り調査により、各類型別農家の単収を求め、各村における上・中・下類型別農家の作付面積比率により郷ノ鎮型別農家の作付面積および単収、生産量を算出する。

#### 4) 既往の成果概要

##### (1) 生産力水準と経済収支

宝清県の耕地面積は約91,000ka（137万畝）（但し国営農場を除く）で、1988年度の作物別作付面積は表6のとおりである。

表6 宝清県における作物別作付面積および同比率（1988）

| 作物名    | 作付面積     | 面積      | 比率    |
|--------|----------|---------|-------|
| 小麦     | 18,700ha | (28万畝)  | 20.5% |
| とうもろこし | 11,300   | (17万畝)  | 12.4  |
| 大豆     | 26,700   | (40万畝)  | 29.2  |
| 水稲     | 6,700    | (10万畝)  | 7.3   |
| 雑穀     | 3,300    | (5万畝)   | 3.6   |
| 特用作物   | 20,000   | (30万畝)  | 21.9  |
| その他    | 4,700    | (7万畝)   | 5.1   |
| 計      | 91,400   | (137万畝) | 100   |

大豆の作付面積は26,700kaで最も多く、全耕地の29%に達している。大豆は小麦とうもろこしに比べ経済的に有利であり（kg当たり単価：大豆：0.69元、小麦：0.48元、とうもろこし：0.28元）、農民の作付意欲が高く、年々作付が増加する傾向にある。また年により早春過湿となり小麦の播種が困難な場合があり、これが大豆作付面積の増加をもたらし、大豆の連作が増え、大豆収量水準の向上を阻害する一因となっている。

このような状況のもとで、合理的輪作にのっとり、栽培技術の改善を図って、地域の大豆収量水準の向上を図ることが本試験のねらいである。1985～'87年の間、宝清県で行なわれた多収穫試験の結果によると、1985年は対象面積は8,000haの平均収量が245kg/10a、1986年は14,000haの平均収量が241kg/10a、1987年は13,300haの平均収量が268kg/10a、であり、現行普及技

術のもとで10a 当たり 262kgの目標収量にほぼ到達している。1987年の結果を、農家の収量水準別にみたのが表7であるすなわち、宝清県の大豆作付面積の約50%、13,300haの平均収量は 10a 当たり268kgで、平均収量を上回る大豆面積は、大豆作付面積の約27%、7,700ha と推定される。

宝清県における大豆収量水準別作付面積と単収 (1987)

表7

| 農家区分 | 作付面積   |         | 同 比 率<br>% | 平 均 収 量 |       | 対平均収量比<br>% |
|------|--------|---------|------------|---------|-------|-------------|
|      | ha     | 畝       |            | Kg/10a  | 斤/畝   |             |
| 上 位  | 3,030  | 45,456  | 22.7       | 312.4   | 416.5 | 117         |
| 中 位  | 4,171  | 62,559  | 31.3       | 271.5   | 362.0 | 101         |
| 下 位  | 6,123  | 91,985  | 46.0       | 243.4   | 324.5 | 91          |
| 合 計  | 13,333 | 200,000 | 100        | 267.8   | 357.1 | 100         |

一方、大豆の収量水準と経済収支との関係を見ると、10a 当りの大豆生産費は上位農家 76.76元、中位農家 71.45元、下位農家68.8元であり、生産物価格を1Kg当り0.69元として試算すると10a 当り純収益は上位農家 138.8元、中位農家115.89元、下位農家 94.14元となり、下位農家に比べ中位農家で16.9%、上位農家では40%の純収益の増がみられる。

(2) 目標収量と収量構成要素との関係

① 地上部全乾物重 (生物産量) : 1987年の結果では、合豊25号の子実収量 268Kg/10a、地上部全乾物重 881Kg/10a、子実重率 (経済係数) 30.4%、子実収量 300Kg/10a の場合は地上部全乾物重 923.3Kg/10a、子実重比率 32.5%を示している。

② 収量構成要素 : m<sup>2</sup>当り検実莢数、同粒数、100粒重と収量とは、夫々 0.984~0.982、0.996~0.989、0.867~0.971と、1986、87両年とも高い相関係が認められ、莢数の確保、稔実歩合の向上、粒の肥大に寄与する栽培条件が重要であることを示している。

(3) 目標収量と生理生、生態的指標

目標収量をあげた圃場における大豆の生長分析を①生長速度、②葉面積の推移③ LADとNAR の推移、④乾物重の推移⑤養分吸収量などについて行なっている。

(4) 個別技術の評価

目標収量をあげるには、表5に示した夫々の技術を忠実に実行することが必要であり、本試験を通じて個別技術についての若干の検討が加えられている。

① 優良品種の選定 : 宝清県では1987年度には大豆作付面積の約95%が合豊25号であった。1988年度には新品種合豊30号 (中早) が約10%新品種候補合交82-627 (中の晩) が約20%導入され、合豊25号 (中) の作付比率は約70%となった。合豊25号は、1986年に竜頭郷栗竜村で383Kg/10a (作付面積 6.7a)、1987に竜頭郷農林村で 438Kg/10a (作付面積 1ha) の多収穫記録があり、肥沃地において多収性を発揮する適品種であり、当該域における適品種の選定が大豆収量水準の向上に極めて需要であることを示している。

② 合理的輪作 : 連・輪作畑の収量比較において、小麦~とうもろこし~大豆あるいは小麦~小

麦～大豆の輪作畑の収量 324Kg/10a に対し、連作2年目畑では 287Kg/10a、連作3年目畑では 267Kg/10a と連作年数が重なるに従って減収することが示されている。

- ③ 合理的施肥：試験対象面積13,300Kg中、有機質肥量 750～1500Kg/10a を施用した畑は約45%に達しており、10a 当り平均施肥量はリン酸アンモニア14.3Kg、高位生産農家は30ha が施用されている。有機質肥料 957Kg/10a、リン酸アンモニアを作畦時に21kg、播種時に9kgを施用し 417Kg/10a の高収量を得ている。
- ④ 根粒菌接種：1987年の根粒菌接種面積は約 9,300ha で対象面積の70%に達している。根粒菌接種効果は、菌種 QB113（遼寧省林土研究所産）では未接種畑に比べて 9.7%増収して 290Kg/10a の収量をあげ、菌種 61A76（中国農業科学院産）では未接種畑に比べて 7.6%増収し 285Kg/10a の収量を得ている。
- ⑤ 種子の磁化処理：磁化処理は大豆の成育を促進するとされ、開花期における全乾物重では僅かに増加する結果を示しているが収量は 9.3%増収し、321Kg/10a を得ている。
- ⑥ 播種法：宝清県農機廠で製作した畦場双播種機による畦上双条播は、株の分布が均一であり、深層施肥（種子下5ha側施）が可能で種子の肥料やけを防ぎ、肥効を高め、施肥一播種一覆工を一工程で行なうので、土壌水分の保持、覆土の均一科により発芽を良整にする効果があり慣行播種法に比べ14%の増収をもたらし、324Kg/10a の収量を得ている。
- ⑦ 栽植密度：1986年には目標収量 300Kgは栽植密度10a 当り26,500～29,700本の範囲で、1987年には目標収量 268Kg/10haは、10ha 当たり25,500～29,000本の範囲であげている。

#### 5) 試験研究推進上の問題点

本研究の内容は先に述べたように栽培技術の普及と農民教育に係る問題が多いが本試験を通じて三江平原の大豆単収の向上に必要な標準耕種法を確立することも大きなねらいであるので、このような視点から本試験研究を進める上で考慮すべき点を以下に述べる。

- ① 個々の普及技術を農家がどのように取り入れるかは、個々の農家の意志にまかされている。このような条件のもとで、個々の技術が大豆の増収にどの程度寄与したかを評価することは、サンプリング上の問題もあり極めてむずかしい。予め代表的農家を選定し、技術項目別にその実施内容を記載しうる調査表を作成、配布して記載を徹底させ、最終的に収量と栽培技術内容との関係进行分析し、個別技術の評価をすることが望ましい。

代表的農家の選定には、地形（丘陵地、平地、低湿地など）土壌類型（黒土、草甸土、白漿土など）栽培技術水準別などに行なうことにより、自然的条件、栽培条件と大豆生産力水準との関係を分析することが可能となり、また、今後の普及技術の内容を検討する足がかりとなる。

- ② 収量は自然的条件（気象・土壌）、生物的条件（病害虫）栽培技術の総合的効果を示す重要な指標である。したがって試験圃場の正確な収量測定は極めて重要である。本試験では対象圃場面積の大小にかかわらず、1ヶ所1㎡、5ヶ所5㎡以上の刈取により収量が算定されている。刈取面積は広い程度は高まるので少なくとも1ヶ所の刈取り面積は5㎡以上とすることが望ましい。刈取り面積を小さくしているのは、現地における脱穀調整の労力を考慮しているためと思われるが、本年度JICAが携行機材として寄与した小型脱穀機、小型唐箕の活用を図れば、この問題は解決されよう。

- ③ 輪作：大豆の連作による減収は広く認められている。宝清県における合江農科所の調査結果によると、連作1年目に34%、2年目57%の減収、工壌条件との関係においてみると、連作2年目の減収率は草甸土で13.9%白漿土で41.7%との報告がある。また連作によりダイズシンクイガ、ダイズシストセンチュウ、灰斑病、根腐病など病害虫の被害が増加するとされているが、土壤肥沃度（養分収支）の側面からの検討はない。

合理的輪作体系は、小麦～とうもろこし～大豆または小麦～小麦～大豆とされ、調査した国营農場のうち友誼農場では前者の体系が、852農場、創業農場では後者の体系が導入されている。大豆単収は当季に対する施肥効果よりも地力に影響されることが大きく、いわゆる地力依存型の作物であることは良く知られており、三江平原の大豆作の安定と単収の向上には、地力をいかにして高めるかが極めて重要な問題である。

その対策としては、経営内で生産された有機物資源を跡地へ還元し、合理的な施肥を行ない、土壤条件によっては熔燐などの土壤改良資材を投入する必要がある。これらの対策を明らかにするため、場内において輪作試験を実施する必要があることを助言した。これに対し合江農科所は強い関心を示した。

- ④ 施肥：基本的には土壤の科学性と施肥量試験の結果を分析し、土壤類型別の施肥基準を作成することが重要であり、土壤肥料分野の今後の研究課題の一つと考えられる。

しかし、この現地試験においても、土壤類型別に若干の農家を選定し、同一農家圃場で作付前歴などを考慮し地力がほぼ均一と思われる部分を用い施肥量試験を行なうことにより、N、P、O<sub>2</sub>の肥効、適正施肥量についてより正確な情報を得ることが可能である。また、施肥に対する農民の関心を高める展示的効果も大きいので、今後の試験実施に当り検討する必要がある。

- ⑤ 栽植密度：単位面積当り適正な株数を確保することは、多収上重要なポイントである。現地試験では、合豊25号について268～300Kg/10aの収量は、10a当り25,500～29,700本の範囲で得られているが、栽植密度と収量との関係は、土壤肥沃度、施肥量、播種期などと密接な関係にあるので、これらの関係が把握できる調査方法を検討する必要がある。

- ⑥ 生長分析：調査対象の生長速度、葉面積、乾物量、LADYNAR、養分吸収量は、大豆の生育の良否を分析する上で重要な指標となるが、土地、気象、栽培条件などの相違により変動するので、毎年度の結果を比較検討し、多収に結びつく基本的な生育パターンを明らかにすることが必要である。これを現地で調査することも必要であるが、比較対象区を設けた場内試験により多収に結びつく生育パターンを把握することも大切である。

現状では、葉面積は重量法により求めているが、迅速かつ正確な測定を行なうため、自動葉面積計の共与が必要である。また、養分の吸収量の測定（輪作試験をも含めて）には測定分中心の科学分析機器の整備を欠かすことはできない。

## 2. 耐病、耐冷、良質、多収品種の選抜育種とその方法の研究

### 1) 研究のねらい

本研究は三江平原に適する大豆新品種の育成とその育種方法を確立することを目的とする。

### 2) 合江農科所における育種事業の概要

合江農科所における大豆育種は、1947年、合江農科所が設立されて以来進められており、これま

で22品種の優良品種が育成されてきた(表8)。これらのうち1950年代には合豊5号、1960年代には合交6号、同8号、1970年代～1980年代のは始めにかけては合豊17号、22号、23号などが広く普及した。最近では、合江農科所の育成した大豆品種の普及面積は約113万haに達し、黒竜江大豆作付面積の約50%、三江平原大豆作付面積の約75%を占めている。中でも1984年に育成された合豊25号は多収耐倒伏性、機械化栽培適応品種として、全国7省にわたって普及し、その面積は93万haに達している。

育種目標は、生育日数100～130日の早、中生、耐冷性多収性であり、かつ三江平原一円に広く発生(特に7、8月が低温多雨の年被害が大きい)する灰斑病に対する高度の抵抗性をもつ品種に最も重点がおかれている。高脂肪あるいは高蛋白質の良質品種も重要な育種目標の一つではあるが、子実成分の分析機器が不備なため、積極的な交配育種は手びかえられている。

合江農科所は灰斑病抵抗性品種の育種センターとして位置づけられ抵抗性品種として1986年に始めて号豊27号同28号が育成され、1987年に合豊29号、1987年に合豊29号、1988年に合豊30号の計4品種が育成され、灰斑病発生地帯へ普及しつつある。現在、灰斑病菌には10レースが認められているが、上記4品種の各レースに対する抵抗性は次の通りである。

合豊27号 : レース 1. 2. 3

合豊28号 : レース 1. 2. 6. 7

合豊29号 : レース 1. 2. 3. 4. 5

合豊30号 : レース 1. 2. 3. 4. 5. 7

最近の育種品種について、その主要特性を表9に示す。

合江農業科学研究所における大豆育成品種 (1988)

表8

| 品 種 名    | 育 成 年 次 | 来 歴                    |
|----------|---------|------------------------|
| 合 豊 1 号  | 1959    | 満倉金の純系分離               |
| “ 2 号    | 1959    | 同上                     |
| “ 3 号    | 1959    | 玉黄豆 (寧安農家品種) の純系分離     |
| “ 4 号    | 1959    | 海林農家品種の純系分離            |
| “ 5 号    | 1959    | 荊山朴の純系分離               |
| 合 交 8 号  | 1962    | 禿莢子×満倉金                |
| “ 6 号    | 1963    | 同上                     |
| “ 11 号   | 1965    | 同上                     |
| “ 13 号   | 1968    | 満倉金×黒竜江41              |
| 合 豊 14 号 | 1970    | 荊山朴×東農55-6006          |
| “ 15 号   | 1971    | 豊地費に平頂香を接穂             |
| “ 16 号   | 1971    | 黒竜江41に道河黄金塔を接穂         |
| “ 17 号   | 1971    | 満倉金×荊山朴                |
| “ 22 号   | 1974    | 合豊5号×豊収2号              |
| “ 23 号   | 1977    | 小粒費9号×豊収10号            |
| “ 24 号   | 1983    | 黒河54号×合豊23号            |
| “ 25 号   | 1984    | 合豊23号×克交4430-20        |
| “ 26 号   | 1985    | 合交13号×克交4430-20        |
| “ 27 号   | 1986    | (合豊22号×Rampage) ×合豊22号 |
| “ 28 号   | 1986    | 鋼 201×Ohio             |
| “ 29 号   | 1987    | 鋼 201×Rampage          |
| “ 30 号   | 1988    | 合交69-231号×克交4430-20    |

注：克交4430-20 (克5236+勝長葉)

主要大豆品種の特性

表9

| 品 種 名    | 早 晩 性 | 品 種 積 温 | 伸 育 型 | 脂 肪 含 量 | 蛋 白 質 含 量 | 主 要 特 性        | 適 地            |
|----------|-------|---------|-------|---------|-----------|----------------|----------------|
| 合 豊 22 号 | 中     | 2430℃   | 無 限   | 22.67%  | 40.56     | 多収・大豆・良質       | 第2積温帯、第3積温帯の一部 |
| “ 23 号   | 中     | 2446    | 無 限   | 21.64   | 36.97     | 多収・耐倒伏性・肥沃地向   | 第2、3積温帯        |
| “ 24 号   | 中早    | 2234    | 無 限   | 21.57   | 38.83     | 多収・土壌・気象適応性大   | 第2、3積温帯        |
| “ 25 号   | 中     | 2413    | 有 限   | 19.26   | 40.57     | 耐倒伏性・肥沃地向・機械化適 | 第2、3積温帯        |
| “ 26 号   | 早     | 2174    | 半無限   | 21.26   | 39.62     | 早生・耐旱性・多収      | 第3積温帯          |
| “ 27 号   | 中     | 2388    | 無 限   | 19.21   | 42.65     | 灰斑病抵抗性・良質・高蛋白  | 第2積温帯、発病地      |
| “ 28 号   | 中     | 2360    | 無 限   | 20.82   | 39.00     | 灰斑病抵抗性         | 第2積温帯、第3積温帯上限  |
| “ 29 号   | 中早    | 2325    | 無 限   | 20.56   | 39.66     | 灰斑病抵抗性         | 第2積温帯          |
| “ 30 号   | 中     | 2300    | 半無限   | 19.30   | 42.13     | 灰斑病抵抗性         | 第3積温帯、第2積温帯下限  |

表9の注： 黒竜江省農作物品種有効積算温度による地帯区分

|     | 有効積算温度    | 品種有効積算温度  | 無霜期間     | 年降水量    | 海抜       |
|-----|-----------|-----------|----------|---------|----------|
| I   | 2700℃以上   | 2500℃以上   | 130～145日 | 400～600 | 100～750m |
| II  | 2500～2700 | 2300～2500 | 125～140  | 450～650 | 100～1000 |
| III | 2300～2500 | 2100～2300 | 120～135  | 400～700 | 200～750  |
| IV  | 2100～2300 | 1900～2100 | 105～125  | 400～600 | 200～800  |
| V   | 1900～2100 | 1700～1900 | 85～115   | 300～500 | 300～1000 |
| VI  | 1900以下    | 1700以下    | 79～100   | 300～500 | 500～1500 |

3) 研究推進の現状

① 新品種育成試験

育成目標は灰斑病抵抗性、耐冷性、良質多収であり、毎年約100組合せ（1988年度は70組合せ）を目標に交配を進めている。

1988年度における育種試験の規模は表10のとおりである。

② 育種方法の研究

遺伝子組成を異なる各種組合せ様式における形質発現の様式を検討し、耐病、耐冷、多収品種の育種方法を検討するものであり、1988年度には、①多収性×抵抗性、②多収性×抵抗性③（多収性×抵抗性）×多収性④（多収性×抵抗性）×抵抗性⑤（多収性×抵抗性）×（多収性×抵抗性）⑥（多収性×多収性）×（多収性×抵抗性）の6組合せの交配を完了した。

4) 試験研究推進上の問題点

① 灰斑病抵抗性個体の選抜は、圃場における病菌の人工接種により行われているが、簡易検定法についての検討が必要と思われる。

② 高脂肪、高蛋白品種の育成は育種目標の一つではあるが、分離世代における高脂肪、高蛋白個体の選抜を容易にする成分分析機器がなく、現状では高脂肪・高蛋白材料の選抜が困難である。子実成分分析機器の供与が必要である。

表10 合江農業所における育成試験の規模（1988）

|                   | 世 代            | 年 数 | 組合せまたは系統数      |
|-------------------|----------------|-----|----------------|
| 人工交配<br>個体選抜、系統育成 |                |     | 70組合せ<br>61組合せ |
| 系統選抜              | F5～F6          |     | 26組合せ 739系統群   |
| 収量検定              | F6 (F7)        | 1   | 55系統           |
| 品種比較              | F7 (F8)        | 1   | 15系統           |
| 区域試験              | F8 (9)～F9 (10) | 2～3 | 3系統            |
| 生産試験              | F11 (F12)      | 1～2 | 1系統            |

## V. 技術移転の概要

現地調査（7. 12～20日および9. 22～24日）ならびにカウンターパートとの情報交換を通じ、三江平原における大豆収量水準の向上に参考になると考えられた事項について、カウンターパートおよび合江農科所の関係研究者を対象に、下記の事項について技術移転を行った。

### 1. 大豆の成育と栄養について

- 1) 成育に伴う乾物重の増加と主要要素の吸収経過
- 2) 葉分析による栄養状態の診断法
- 3) 肥料窒素および固定窒素の役割
- 4) 磷酸施肥の効果について

### 2. 窒素施肥と根粒の窒素固定の関係について

- 1) 窒素多施が根粒の育成と窒素固定におよぼす影響
- 2) 肥料窒素の施用時期と窒素固定の関係

### 3. 磷酸、石灰、モリブデン施肥と根粒の窒素固定

### 4. 輪作の意義について

- 1) 輪作の中で生産される作物藁稈類（有機物資源）の鋤込みによる地力維持
- 2) 潜在的養分の有効化と土壤養分のバランスの維持
- 3) 土壤病虫害発生の抑制
- 4) 作物の健全な育成をもたらす、低温、病虫害などに対する適応力を増し、収量限界の向上に裨益
- 5) 作物の生態的特性の利用による雑草の防除

### 5. 輪作の効果について

小職の農林省北海道農試における試験研究結果を中心として、下記の内容について技術移転を行った。

- 1) 輪作における前後作の組合せ様式と輪栽作物の生育収量との関係について
  - 2) 輪作における跡地の養分収支と土壤の化学性との関係
  - 3) 輪作における跡地の養分収支と輪栽作物の生産量との関係
  - 4) 作付体系の相違と跡地土壤中のダイズシストセンチウの消長
  - 5) ダイズシストセンチウ密度の消長と輪栽作物の生育収量との関係
- ### 6. 輪作試験を行なう場所の試験設計について
- （別紙参照）
- ### 7. 携行機材による作物調査方法について

## VI. 技術協力上の今後の問題点

1. 低温冷害研究分中心の畑作物研究室の研究の主体は、現地（宝清県）における「大豆の大面積における安全多収技術の開発研究」に置かれている。これは省科学技術委員会の強い要請によるものである。その技術的指導と調査が畑作物研究室の主たる仕事となっている。したがって、大豆の全生育期間にわたり、大半の研究員が現地に駐在するため、カウンターパートと場内で接触する時間は極めて限定される。次年度には、現地試験を綏賓県でも実施する計画があり、この傾向は一層強まる

ものと予測される。

2. 三江平原における大豆作の安定、収量水準の向上を目的とする耕種基準の策定に当り、今後検討すべき問題は、

- ① 合理的輪作の確立による地力の維持向上
- ② 土壌型、地帯別の大豆施肥基準の確立
- ③ 大豆生態系別にみた育成パターンと収量性との関係を明らかにし、多収に結びつく肥倍管理法の確立にあたる。

3. 表5に示した個別の普及技術については、上記の諸点を除けば早急に検討すべき問題は少ない。したがって、上記の問題解決に必要な試験を場内で実施し、これに対する大豆専門家を派遣することが望ましい。

4. 畑作物栽培研究室には、調査、実験用機材として見るべきものはない（上皿天秤1台、小型通風乾燥機1台）。目的とする技術移転に、最小限度必要とする調査、実験用機材を供用または携行する必要がある。

5. 植物、土壌の一般成分分析用機器はテスト分中心の整備計画（塩崎短期専門家報告参照）により進める必要がある。

当面、畑作物栽培研究室が必要とする機材は次の通りである。

自動葉面積計 1台

日記地中温度計 2台（中浅測器、E-161-21、2針式）

土壌水分計

小型試料粉碎機

## VII. その他

本プロジェクト発足以来、佳木斯市所在の合江農科所に比較的長期間滞在した専門家は小職が第1号であった。参考までに佳木斯市の生活環境と合江農科所外人宿舎の概要を以下に記しておく。

### 1. 佳木斯市の生活環境（図-1参照）

#### 1) 哈尔滨～佳木斯市の交通機関

飛行機：週4便、定員48名のプロペラ機、所要時間1時間10分

汽車：所要時間9時間

#### 2) ホテル

大型ホテルは8軒あるが、日本人がよく利用するのは次の2つである。

① 農懇大厦、和平路と長安路の交叉点にある。1987年開業の15階建ホテル。客室数が多い。外貨兌換所はない。

② 江天賓館、中山路と沿江路の交叉点、松花江河沿にある。6階建。外貨兌換所はない。

#### 3) 佳木斯市郵便局

中山路と長安路の交叉点にある。外国からの小包の受取りはここで行なう。

#### 4) 佳木斯市電話局

長安路に面し、佳木斯市郵便局の近くにある。海外への電話は長時間かからぬことがある。ホテ

ル宿泊の場合は、ホテルからの海外電話が最も便利である。申込み後30分位で通じる。

5) 中国銀行佳木斯市店

駅から順和路を市内に向かって行くと、杏林路へ出る手前左側にある。外資の兌換はここで行なう。

6) 百貨店

長安路に沿って大型百貨店があり、台所用品、電気製品、衣類、文具、化粧品、自転車など大方のものは調達できるが、品質は物によっては必ずしも良くない。主な百貨店は次のとおりである。中心百貨（4階建）針織大樓（4階建、エスカレーターあり）、農懇百貨（農懇大廈に隣接）

7) 理髪店

中山路を長安路との交叉点から松花江へ向かって進むと両側に数軒ある。文明单位一級の店を利用するのがよい。

2. 合江農業科学研究所外国人宿舎

新庁舎の完成に伴い、旧庁舎の一部を改造し、外来者あるいは独身者の宿泊施設としている。外国人宿舎は、その一部を改造して設けたもので、小職の赴任時（7月12日）には未だ工事中で8月15日ようやく入居が可能となった。入居当時は不備な点が多かったが、逐次改善された。今後、短期専門家で佳木斯に滞在する場合は、この施設を利用することもありうると考えるので、ここでの生活環境の概要を記しておく。

位置：車で佳木斯站まで約5分、市中心部まで約10分、空港まで約15分の距離にある。

構造：図2にみるとおりで、寝室2部屋、居間、浴室、食堂、台所がある。寝室以外は共用で、現在の定員は2名。寝室には、シングルベッドの外、洋服ダンス、テーブルが、居間にはシングルのソファー2脚、テレビがある。

日常生活：

- (1) 勤務時間 夏期：7：30～11：30、13：00～17：00  
冬期：7：30～11：30、12：30～16：30

土曜日も一日勤務であるが、日本専門家は、午後休日とした。

- (2) 日用品の購入 場のマイクロバスで市内迄出かけるが、場の所要との競合があり、利用には不便を感じる。

- (3) 停電、断水 毎週水、日曜の2回、夕方から（5：30～8：30）約3時間の停電がある。電力節約のためとのことである。

断水も度々ある。水質は不良で、時々褐色の水となる。白色の衣類を洗濯すると、1回で赤褐色となる。水のきれいな日を選んで洗濯する注意が必要である。

- (4) 食事 専灰のコックが調理する。

图-1 佳木斯市内图

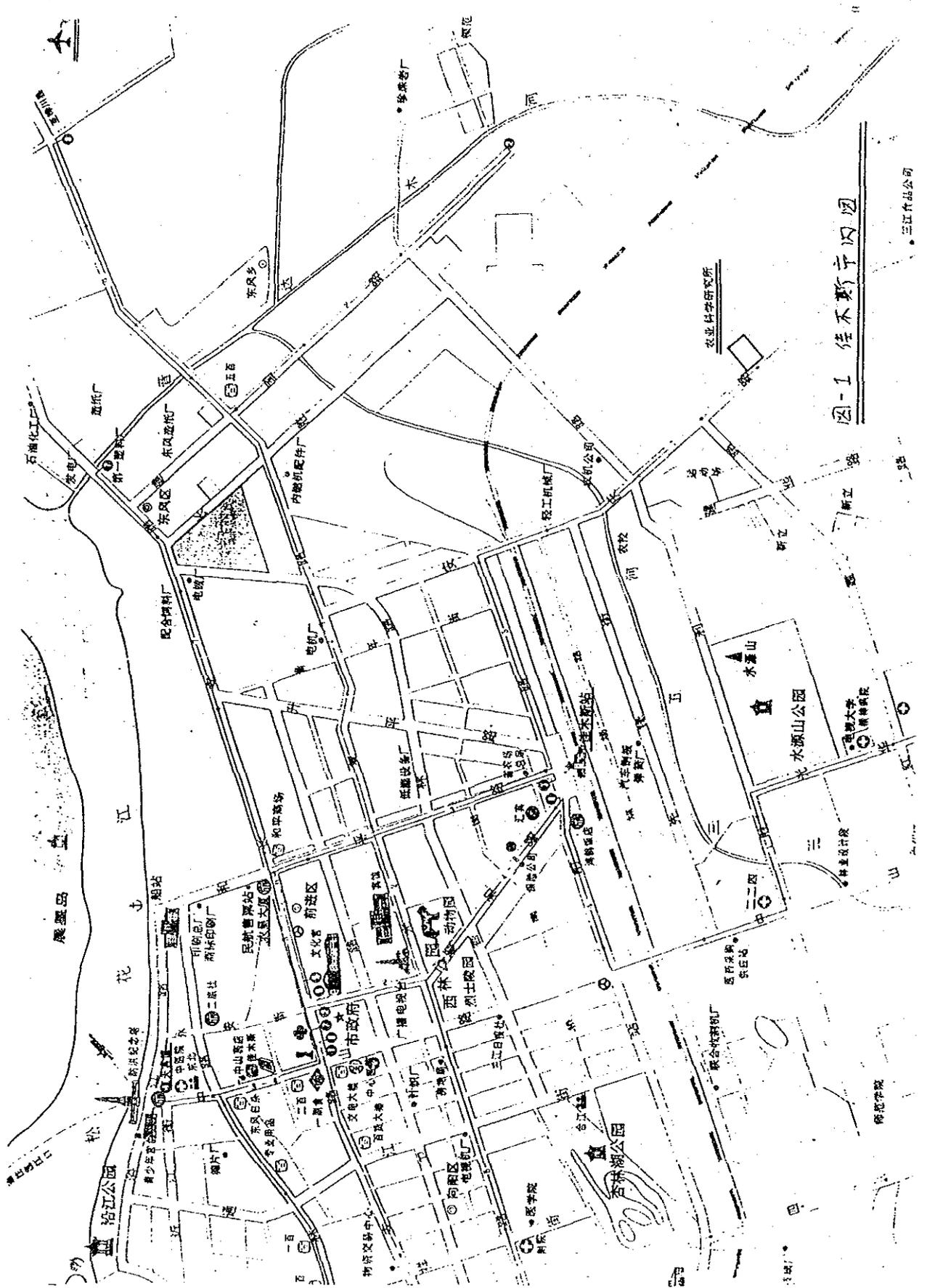
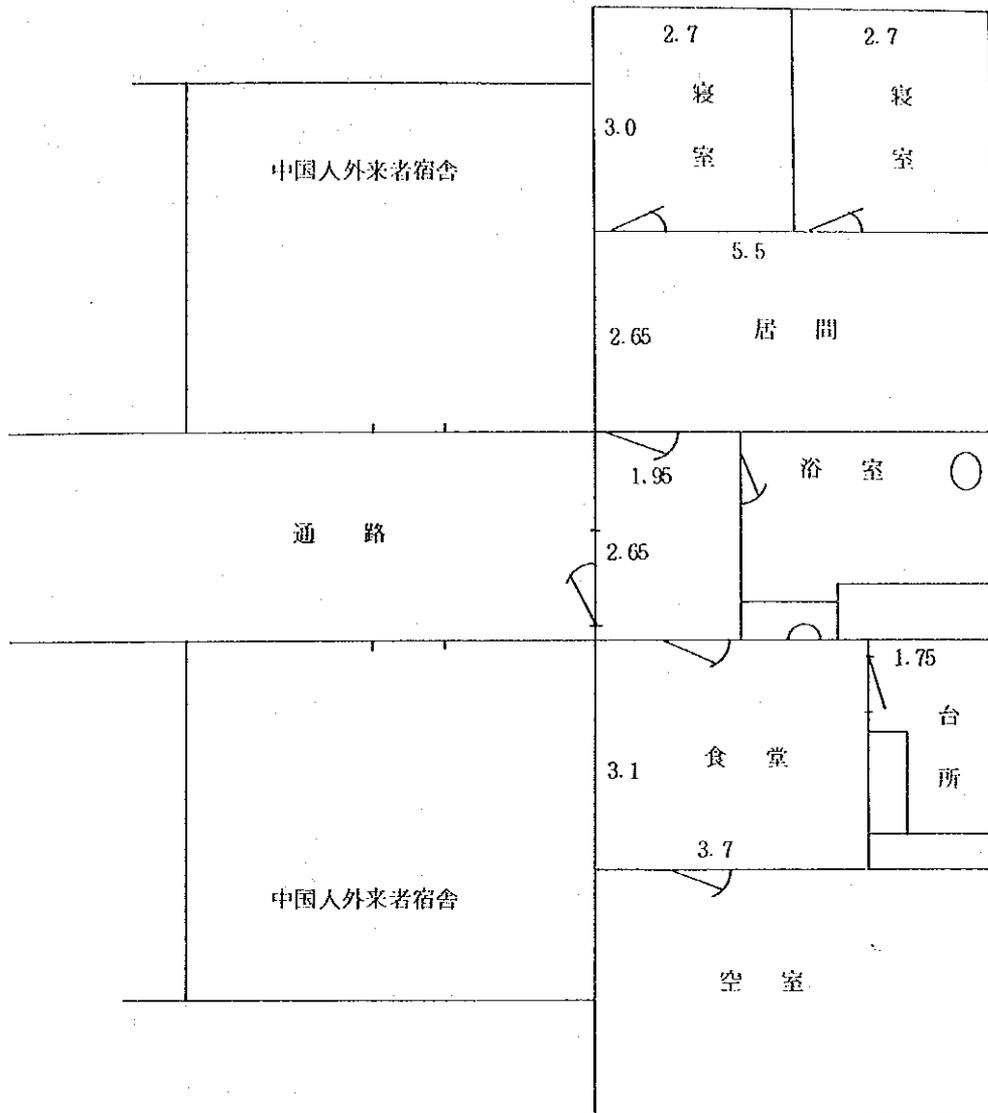


图-1 佳木斯市内图

图-2 合江農科所外国人宿舍



# 合理的輪作による大豆の安定多収栽培

1. 目的：大豆連作による減収要因の解明とその改善対策を明らかにし、三江平原における大豆作の安定に資する。

## 2. 試験方法

1) 処理方法：(1) 連輪作体系 4 水準

- ① 小麦～大豆の隔年作
- ② 玉米～大豆の隔年作
- ③ 大豆の連作
- ④ 小麦～玉米～大豆の3年輪作

(2) 収穫残稈の鋤込み 2 水準

- A. 鋤込み
- B. 全量持ち出し

2) 耕種法：合江農科所における標準耕種法による

|         | 小麦 | 玉米 | 大豆 |
|---------|----|----|----|
| 品 種     |    |    |    |
| 播 種 期   |    |    |    |
| 栽 植 密 度 |    |    |    |

### 試肥量

| 作物 | 肥料名 | 試肥量<br>(kg/畝) | 成分量 (kg/畝) |                               |                  |     |     |
|----|-----|---------------|------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|
|    |     |               | N          | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO | MgO |
| 小麦 |     |               |            |                               |                  |     |     |
| 玉米 |     |               |            |                               |                  |     |     |
| 大豆 |     |               |            |                               |                  |     |     |

3) 試験区配置：輪作体系を主試験区、収穫残稈処理法を副試験区とする反復の分割試験区法による。

4) 副試験区面積：23.5m<sup>2</sup> (0.7m × 5畦 × 7m)

5) 供試面積：

6) 試験区配置図：別紙参照

## 3. 調査項目

- 1) 小麦
  - ① 生育調査：出苗期、出穂始、出穂期、成熟期
  - ② 収量構成要素：m<sup>2</sup>当り有効穂数、稈長、穂長、1種粒重
  - ③ 収量調査：m<sup>2</sup>当り稈重（風乾、乾物重）。m<sup>2</sup>当り粒重（風乾、乾物重）
- 2) 玉米
  - ① 生育調査：出苗期、絹糸袖出期、出穂期、成熟期
  - ② 収量構成要素：稈長、1個体当たり雌穂数

- ③ 収量調査：雌穂数（個体当たり、 $m^2$ 当たり）、子実重（個体当たり、 $m^2$ 当たり）茎葉重（個体当たり、 $m^2$ 当たり）上記何れを風乾重、乾物重

3) 大豆 A. 一般調査年次における調査（1年目、3年目、7年目）

- ① 生育調査：出芽期、分枝期、開花期、結莢期、成熟期  
 ② 収量構成要素：茎長、主茎節数、分枝数、1株莢数、1株粒数、1株粒重、100粒重  
 ③ 収量調査：総重（ $m^2$ ）、子実重（ $m^2$ ）茎葉重（ $m^2$ ）、（風乾、乾物重）

B. 比較年次における調査（2年目、4、5、6、8年目）

- ① 生育調査：Aに準ずる外、下記による。

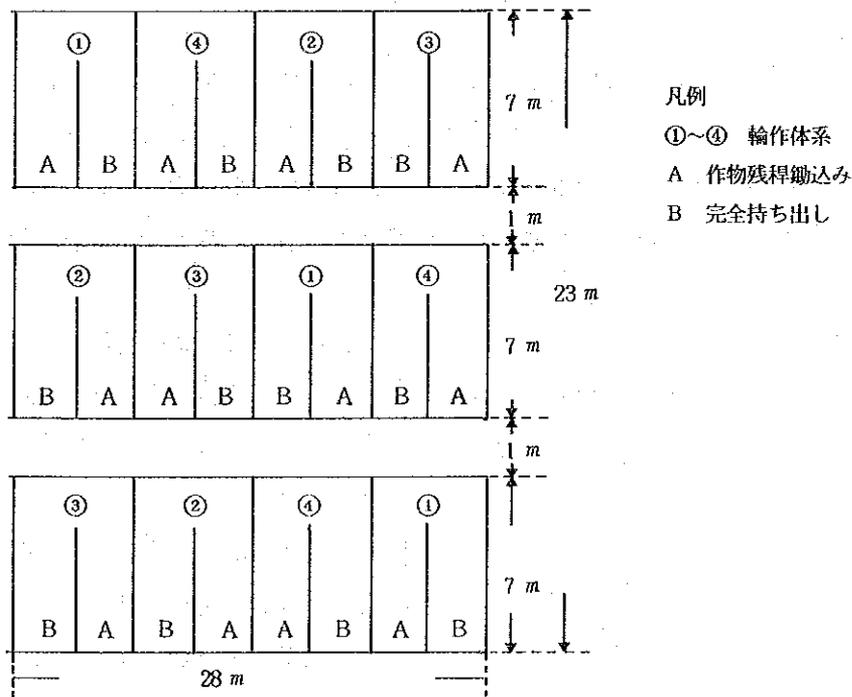
草丈（発芽期後15日間隔）

葉面積（分枝期後15日間隔）

乾物重（同上）

- ②～③Aに準ずる。

別紙1 圃場配置図



別紙2

1. 輪作体系

| 体系 |     | 年次 |    |    |    |    |    |    |    |  |
|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
|    |     | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |  |
| 1  | 隔年作 | 小麦 | 大豆 | 小麦 | 大豆 | 小麦 | 大豆 | 小麦 | 大豆 |  |
| 2  | 隔年作 | 玉米 | 大豆 | 玉米 | 大豆 | 玉米 | 大豆 | 玉米 | 大豆 |  |
| 3  | 連作  | 大豆 |  |
| 4  | 輪作  | 玉米 | 大豆 | 小麦 | 玉米 | 大豆 | 小麦 | 玉米 | 大豆 |  |

2. 調査要領

第1年目：①各作物の一般的な生育収量調査、②調査結果にもとづき、鋤み藁稈量を算出、秋季に鋤込みを終る。③鋤込み量は3反復の平均値を用いる。④作物別、鋤込みの有無別に、後地の養分収支を算出する。

第2年目：①前作物種類と大豆の生育収量との関係を考察、主に後地養分収支、藁稈鋤込みの有無との関係。②処理区別に大豆稈を収量調査結果に基づいて鋤込む（3反復の平均値による。以下同様）

第3年目：①各作物の一般生育調査②各作物藁稈の鋤込みは第1年目に準ずる。③各区収量後地のダイズシストセンチュウ密度を調査（以後毎年調査）。

第4年目：①大豆連作区と小麦・玉米との隔年作区との生育収量の比較検討。②検討内容は第3年目までの後地の養分収支、同センチュウ密度、鋤込みの有無。③収量調査結果に基づいて藁稈を鋤込む。

第5年目：①輪作体系3、4の比較検討。②検討内容は4年目に準ずる。③各処理区別の収穫後地の有機物含量の測定。④収穫後地土壌のN（特に $\text{NO}_3\text{-N}$ ）、P205、K20、CaO、MgO含有量の測定。

第6年目：①第4年目に準ずる。

第7年目：①第3年目に準ずる。②後地土壌の化学性を明らかにする。

第8年目：①輪作体系の相違と大豆の生育収量との比較検討。②検討内容は、第7年目までの後地の養分収支との関係、7年後地のシストセンチュウ密度との関係、7年後地の化学性と養分収支との関係、藁稈鋤込みの有無と養分収支との関係。

3. 藁稈類の鋤込み部分と持ち出し部分

|    | 鋤込み        | 持ち出し     |
|----|------------|----------|
| 小麦 | 茎葉(脱穀後の残稈) | 子実       |
| 玉米 | 茎葉         | 子実、穂、軸、苞 |
| 大豆 | 茎莢(脱穀後の残稈) | 子実       |

#### 4. 養分収支の算出法

##### (1) Nの収支

- ① 小麦：A. 鋤込み区 施肥量－子実吸収量 (kg/畝)  
          B. 持ち出し区 施肥量－(茎葉吸収量＋子実吸収量) (kg/畝)
- ② 玉米：A. 鋤込み区 施肥量－(子実、穂軸、苞の吸収量) (kg/畝)  
          B. 持ち出し区 施肥量－(茎葉＋子実、穂軸、苞の吸収量) (kg/畝)
- ③ 大豆：A. 鋤込み区 施肥量－(子実吸収量×1/3) (kg/畝)  
          B. 持ち出し区 施肥量－[(茎葉吸収量＋子実吸収量)×1/3] (kg/畝)

##### (2) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の収支

- ① 小麦、大豆  
      : A. 鋤込み区 施肥量－子実吸収量 (kg/畝)  
          B. 持ち出し区 施肥量－(茎葉吸収量＋子実吸収量) (kg/畝)
- ② 玉米：A. 鋤込み区 施肥量－(子実、穂軸、苞の吸収量) (kg/畝)  
          B. 持ち出し区 施肥量－(茎葉＋子実、穂軸、苞の吸収量) (kg/畝)

##### (3) K<sub>2</sub>O、CaO、MgO

- ① 小麦、大豆  
      : A. 鋤込み区 施肥量－子実吸収量 (玉米は穂軸、苞を加える)
- 玉米 : B. 持ち出し区 施肥量－[(茎葉吸収量＋子実吸収量)×1/3] (kg/畝)

#### 5. 藁稈類鋤込み方法

- (1) 収量調査後、鋤込み部分の単位面積当り風乾重を算出する。
- (2) 鋤込み部分を切断し、一区面積当り鋤込み量を秤量し、鋤込み区内に均一に散布後、耕起する。
- (3) 鋤込み部分秤量時に、乾物重を算出する試料を正確に秤量採取しておく。
- (4) 鋤込み量が不足する場合があるので、除外区の茎葉も保存しておいて利用する。
- (5) 鋤込み量は、3反復の平均値を用い、3反復の各処理区別に同一量を鋤込む。



### Ⅲ 谷信輝専門家（農業気象）

派遣期間 昭和63年7月25日～昭和63年12月24日



## I 目的及業務内容

中国三江平原農業総合試験場計画に基づく農業気象短期専門家として、哈尔滨市に滞在し、現地試験研究機関の農業気象研究従事者に対して、微気象観測熱収支解析、研究手法について指導助言をし、また、日本における農業気象研究分野の現状を紹介する。

## II 派遣期間中の主な行動

主として哈尔滨市所在の黒竜江省農業科学院耕作栽培研究所にある低温冷害研究中心において農業気象研究の指導、助言及調査研究に当たった。

また2週間にわたり、佳木斯市所在の合江農業科学研究所、水稲研究所において、気象観測に関する指導を行った。

このほか三江平原内の2、3地点を各数日間の日程で視察を行った。

## III 業務の概要

三江平原農業総合試験計画の1988年研究計画のうち農業気象関連課題として

- (1) 水田微気象要因の調節と利用
- (2) 井戸水観測水稲の節水、昇温技術
- (3) 大豆のマルチによる冷害防止技術の確立
- (4) 栽培条件の差異が、大豆群落内微気象の変化と生育収量に及ぼす影響とその調節技術等がある。

これらの研究課題は、谷口長期専門家の指導のもとで進行であった。派遣期間が短期であるので、独自の研究課題を立て研究を遂行することは無理と判断し、それらの研究に共通する微気象観測手法の解説、測器取扱いの指導を行うとともに、独自の小問題について調査研究を行うこととした。

### 1. 微気象観測解説並に測器取扱い実習指導

#### (1) 低温冷害研究中心農業気象研究室

(中国測カウンターパート 潘万清、刻惠辰、矯江、毛成偉 王秀峰)

87年供与の熱収支測定装置を中心の10回余にわたり、講義と実習を行った。

耕地熱収支解析の重要性、装置の概要から名センターの特性取扱、記録計の操作、データ処理まで説明した。実際圃場に設置してデータを取る所まで実習したかったが、本年度の研究計画がすでにつまっており実施出来ず、室内における操作の実習に止まった。この研究室においては既に気象観測を継続的に実施しており、気象測器の取扱い経験があつて理解が良かった。しかし最新の微気象用測器特に電子利用計器には不慣れで戸惑いがあったが、何度かの実習で大体の要領を会得した。

熱収支測定装置のうちデジタル記録計は説明書と異なる規格のものが納入されていた。このためデータ処理が大変面倒なことになったのは残念であった。

熱収支測定装置のみならず、他の計器にもコンピューターが組込まれているが、当研究室にはコンピュータプログラムが出来る人がまだいない。プログラミングの初歩について若干の講義を行ったが、今後の必要性から是非習熟される様要望した。

#### (2) 低温冷害研究分中心

合江農業科学研究所栽培研究室

(中国測カウンターパート 李寅忠ほか)

講義の前半は一般的な気象の知識及測器について行い、後半は農業気象担当者にやや専門的な事項について話した。供与された機材は、12点記録温度計(測温抵抗管12本付)1台だけであったが、その結線や取扱いの実施を行った。現場圃場における観測実習は準備不足のため出来なかった。

合江研究所においてはかつて農業気象研究を着手したことあり、中国製の微気象観測用測器数点が整備されている。実際観測の経験は少ない様であったが気象に対する関心の高さを感じた、今後の発展を望みたい。特に若い人が加わっている所は心強かった。

### (3) 水 稻 研 究 所

(中国測カウンターパート 鄭義方ほか)

一般的な農業気象観測の解説を行った。供与機材は合江研と同型の12点記録計1台があり、これの取扱い操作について実習指導を行った。

合江研に比べると気象に対する関心はやや低い様感じたので、今後の研究の進展には気象データ重要であることを強調しておいた。

## 2. 低温冷害研究中心農業気象研究室保有機器整備利用

### (1) 熱電対温度記録計修理

日本製12点記録計(JICA供与品でない)の点検を依頼された。検査の結果内部のIC1個がショートしていることを発見した。その部品を日本から送って頂き修理出来た。

後日積雪をとって来て0℃決定をした所、指度は正確であることも判り、現地にて入手容易なものでも決定出来るよい展示教育ともなった。

### (2) 日 射 計 検 定

耕作栽培研に数年前購入したアメリカ製マイクロロッガーがある。本体は故障で修復は不可能と判断した。しかし付属のセンサーは異常なく使用可能で、そのうちの日射計の携行機材の日射計と比較して検定を行った。これにより使用可能となった。

### (3) デジタルレコーダの利用

86年度供与のデジタルレコーダには、太陽電池パネルが付属しており、昼間太陽エネルギーで充電して使用出来る。停電時、あるいは野外での使用に極めて有効に使用出来た。ただし現在のバッテリーでは快晴の昼間十分に充電しても夜間10時間位しか使用出来ない。翌朝まで使用できる位バッテリーの容量を増すとよい。

このシステムの利用にはコンピュータプログラム(BASIC)が必要であるので、プログラミング技術の習得が必要である。

## 3. 調査研究事項

### (1) 三江平原気象表

気象台の気候表より主要地点については3-10月の間の旬別気候値を抜書きした。その表を別紙の表-1に示す。

### (2) 黒竜江省農業気候区分

水稻研究所において聞いた区分である。

活動温度は日平均10°C以上の日の積算気温である。

生育温度は水稻の生育を考えたもので、春日平均10°C以上から積算を始め、秋15°C以下になった日で止めた積算気温これより黒竜江省を6区分している

|   | 活動温度          | 生育温度          | 主要地点  | 作物                  |
|---|---------------|---------------|-------|---------------------|
| 1 | 2,700°C以上     | 2,500°C以上     | 哈 尔 滨 | 水稻を含め 各作物栽培可能       |
| 2 | 2,500 - 2,700 | 2,300 - 2,500 | 佳 木 斯 | “                   |
| 3 | 2,300 - 2,500 | 2,100 - 2,300 | 綏  滨  | “                   |
| 4 | 2,100 - 2,300 | 1,900 - 2,100 | 黒  河  |                     |
| 5 | 1,900 - 2,300 | 1,700 - 1,900 |       | 主として林木              |
| 6 | 1,900 以下      | 1,700 以下      |       | ばれいしょ、とうもろこしが少し出来る。 |

### (3) 太陽高度の計算

三江平原は北緯43° 50' - 48° 30' にわたる。日本の稚内北緯48° 25' と同じ程度の緯度にある。この様に高い緯度の場所の太陽高度を概算した。(図-1)

夏至の頃は日長15時間余りあり、生物に恵みを与えるが冬至の頃は高度も低く日長は8時間位となる。

太陽熱利用に当たり、太陽高度として10-14 時間頃の高さに合わせるのが効率的であろう。

### (4) 日射量の推定

日射は作物生産の基礎となるが、現在この地域での日射量実測値は得られない、1984年に発行された「中華人民共和国地図集」に年太陽総放射量の中国全土の分布が5,280 万分の1地図として掲載されている。これによると三江平原は110-120kcal・cm<sup>2</sup>年の放射量となっている。しかしもっと詳細に知りたいので、気候表の日照時間を利用し旬別に推定した。

これらの推定値は10%程度の誤差があるだろうと思われるが一応実用的には、使用出来ると思われる。(表-2)

### (5) ビニールハウス内外放射量の測定

88年11月4日-9日耕作栽培研圃場にあるビニールハウス内における農業気象研究室のハウス暖房試験に当り、ハウス内外の日射量、内部純放射量の観測を行った。使用機械の性能テスト、放射観測の実際の展示を兼ねて行ったものである。(図-2、3、4)

### (6) 水温熱収支の計算

1986年度の内嶋善兵衛短専来哈の時に提案があり、1987年度に谷口長専の指導により、哈尔滨と佳木斯において小湛水池の水温観測が行われた。これはその時の観測データを整理したものである。

哈尔滨の耕作栽培研圃場での観測結果は、一般気象観測値を使い熱収支解析することが出来た。内嶋の熱収支理論では雨水の流入による水温の低下を考慮していないので、降雨日を除き、理論式で処理出来、概ね良好な結果を得た。(表-3、図-5、6、7、8)

佳木斯水稻研究所圃場での水温観測は気象観測を欠き、熱収支解析は出来なかった。哈尔滨の水温観測と比較すると、佳木斯の方が1°C高いが、佳木斯の湛水池は 広い水田の中央に作られ池上の空気湿度が高かった為と判断された。(表4、図-9)

#### (7) 灌漑水温上昇

三江平原の水稲作は井戸水を上げ灌水している。井戸水は5~7℃と冷たいが漏れが少ないため水量が少なくて済み、平常年では冷水害は余り顕著でない。しかし低温の冷害年には水温上昇が必要となる。上昇の熱源として太陽熱、空気から顕熱潜熱として受熱が考えられ太陽熱利用には温水池、空気との熱交換には落差工による灌漑は噴水の様なものが良いであろうと考えられた。(表-5)

#### (8) 冷害発生限界と対策の目標

1951年-80年の旬別平均気温表より5月中旬から9月中旬までの気温を積算し、低い方から順にならべてみた。

哈尔滨では1-10位に過去の大冷害とされる年が入り、10位の積算温度は2,500℃である。佳木斯について同様な順位をつけると10位が2,400℃となった。これは3.3年に1度の冷害発生であるがもしこれを耐冷性強化で5年に1度の冷害にしようとする時は、哈尔滨では2,475° 佳木斯では2,350℃程度の低温に耐えることが必要である。これは相当厳しい対策技術が要求されるものと思われる。

(図-10.11)

### 4. 講演

#### (1) 11月11日耕作栽培研究所

「農業気象災害概論」

耕作栽培研、東北農学院、省気象科学研究所等から22名参加

#### (2) 12月20日 中国農業科学院農業気象研究室

「気候異常と農業生産」

中国農業科学院ほか参加

### 5. 今後の問題点

農業気象の受け持つ課題は農業の各分野にあり、またその効用を発揮出来る場面も広くある。中国における農業気象研究は歴史もあり成果も挙げているが、黒竜江省農科院における農業気象研究は、現在育ちつつある段階で、成果を今後期待する所が大である。

農業気象情報の解析にはデータ処理技術の研究とともに、データの集積が必要であるが、気象資料、作物統計資料等この国では一般に公表されないデータ類であるため集めるのは困難であろう。しかしこれがなければ研究は進まない、統計資料類の収集に努める必要があるが気象的に作物栽培限界地にあるこの省では、特に気象の有効利用が重要である。これには高価な測定器がなくても出来ることも多いと思われる。確かな気象の知識をもとに、農業生産に役立つ技術の開発に寄与することは沢山ある様に思う。この種の研究課題を見出すことも重要である。

これらの研究には何れも、コンピューター利用が大きな力となる。プログラミング技術を是非習得して欲しい。農業気象研究には資料、機械とともに知識、技術の蓄積が必要であるが、それは一朝一夕に出来ることではない。永年の積み重ねの結果出来ることであるので、関係者の永続的努力を望む。

#### 測定用機材について

気象測定は期間中、中断することなく記録がとれることが最も必要がある。現在この地の電力事情では、停電が多く、電灯線電源利用の測定器は信頼性が小さい。多少精度が低くて機械式の記録計の方が継続性の点でよい。また太陽電池パネルで充電するバッテリー駆動の記録計は大変具合よく使用出来たので、この方法の採用を検討されたい。

#### 消耗機材について

現在使用中の記録計の自記紙、インクリボン、潤滑油等は間もなくなくなることは明らかである。今後の使用のため、これら消耗品類の補給を考える必要がある。最終年次の供与機材に2～3年分まとめて申請する。中国内商社を通ずる入手ルートの開拓等を計る必要があろう。

## 6. そ の 他

### 生活条件

宿舎は構内にある国際交流中心の単身者の一室であった。バス、トイレ付、テレビ、電話の設備も一応揃っている。ただし給湯が夕方の2時間に限られ、入浴時間に制限がある。

食事は宿舎内に食堂で供された。量と味とはまず満足する程度であったが質の点では若干劣る様に見える。

街へ出る交通の便はは良くない。毎週土曜の午後の家族買物バスによく便乗させて頂いた。馴れるに従い日用品の買物の不便はなくなった。

何れにせよ日本での暮らしからいけば十分満足するものでないが、特に悪いという思いはせず過ぎた。

何事にも条件のよくないこの地において、熱心に仕事されている長期専門家には全幅の敬意を表し、私の任期中公私とも御世話になった、久保リーダーはじめ長期専門家の方々に厚く御礼申し上げます。

また中国側の三江農業試験場金環副場長、耕作栽培研究所

李章模所長、陳力副所長、合江農科研刻忠堂所長、水稻研許世寶所長以下多くの方にお世話になったことに御礼申し上げます。



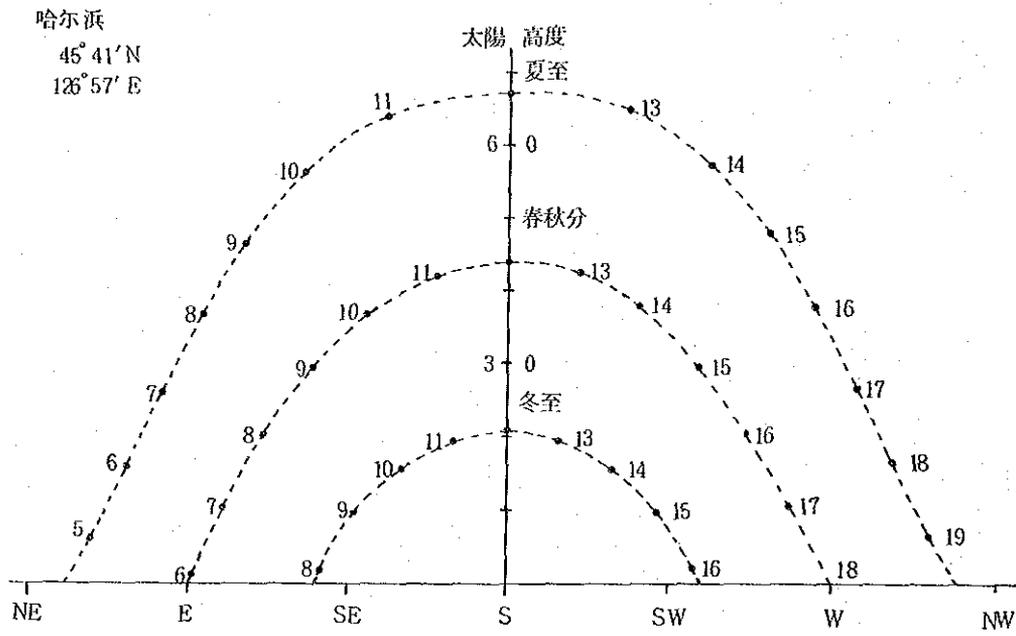
資 料



表一：三江平原主要地点旬別氣候表

|                | 3     |      |      | 4    |      |      | 5    |      |      | 6    |      |      | 7    |      |      | 8    |      |      | 9    |      |      | 10   |      |      | 年平均<br>年合計 |   |   |
|----------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|---|---|
|                | 上     | 中    | 下    | 上    | 中    | 下    | 上    | 中    | 下    | 上    | 中    | 下    | 上    | 中    | 下    | 上    | 中    | 下    | 上    | 中    | 下    | 上    | 中    | 下    |            |   |   |
|                |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            | 上 | 中 |
| 氣溫(°C)         |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |   |   |
| 哈爾濱<br>1951-80 | -9.4  | -4.7 | -0.8 | 3.1  | 5.9  | 9.1  | 11.9 | 14.4 | 16.5 | 18.0 | 20.0 | 22.0 | 22.5 | 23.0 | 22.9 | 22.5 | 21.1 | 19.7 | 16.6 | 14.4 | 12.1 | 8.8  | 5.9  | 2.4  |            |   |   |
| 佳木斯<br>1951-80 | -10.2 | -5.7 | -1.6 | 2.8  | 5.2  | 8.3  | 11.0 | 13.4 | 15.4 | 17.1 | 18.9 | 20.5 | 21.4 | 22.4 | 22.3 | 21.9 | 20.5 | 19.1 | 16.1 | 13.8 | 11.6 | 8.3  | 5.5  | 1.9  |            |   |   |
| 綏化<br>1967-80  | -10.5 | -7.2 | -2.0 | 1.5  | 5.1  | 8.5  | 10.7 | 12.8 | 15.5 | 17.3 | 18.6 | 20.3 | 22.0 | 22.4 | 23.1 | 21.6 | 20.2 | 18.7 | 16.2 | 13.9 | 11.4 | 8.1  | 4.8  | 0.6  |            |   |   |
| 寶清<br>1956-80  | -8.9  | -5.3 | -1.7 | 2.0  | 5.5  | 8.5  | 10.7 | 13.5 | 15.4 | 16.9 | 18.6 | 20.0 | 21.2 | 22.0 | 22.5 | 21.7 | 20.4 | 19.0 | 16.4 | 14.2 | 12.1 | 8.9  | 5.8  | 2.3  |            |   |   |
| 降水(mm)         |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |   |   |
| 哈爾濱<br>1951-80 | 2.6   | 3.5  | 5.2  | 5.8  | 7.7  | 10.3 | 7.5  | 11.5 | 18.4 | 22.4 | 32.0 | 23.5 | 43.0 | 47.4 | 70.3 | 32.0 | 28.0 | 37.1 | 27.4 | 20.1 | 18.7 | 10.4 | 8.3  | 8.9  |            |   |   |
| 佳木斯<br>1951-80 | 3.0   | 3.3  | 3.8  | 6.3  | 7.3  | 9.2  | 10.5 | 14.6 | 23.6 | 24.5 | 24.8 | 21.6 | 36.9 | 33.5 | 56.4 | 41.6 | 40.9 | 38.9 | 28.9 | 23.3 | 17.7 | 15.1 | 11.8 | 9.9  |            |   |   |
| 綏化<br>1967-80  | 1.7   | 2.2  | 4.1  | 5.0  | 6.6  | 10.8 | 11.0 | 15.9 | 20.0 | 26.2 | 19.5 | 20.3 | 28.4 | 23.4 | 46.1 | 36.7 | 40.1 | 18.3 | 20.5 | 24.9 | 13.2 | 16.4 | 5.0  | 10.5 |            |   |   |
| 寶清<br>1956-80  | 2.5   | 2.4  | 4.5  | 6.8  | 6.2  | 11.3 | 10.3 | 16.7 | 20.9 | 24.9 | 29.7 | 20.7 | 29.8 | 30.3 | 51.7 | 43.7 | 54.7 | 38.7 | 34.3 | 26.0 | 14.9 | 20.8 | 10.1 | 8.0  |            |   |   |
| 日照(時間)         |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |   |   |
| 哈爾濱<br>1951-80 | 79.1  | 77.2 | 87.2 | 80.0 | 74.3 | 81.0 | 86.1 | 86.9 | 91.7 | 81.9 | 84.1 | 95.9 | 84.8 | 83.1 | 83.7 | 78.3 | 80.1 | 86.8 | 78.1 | 78.1 | 73.1 | 71.1 | 55.9 | 56.7 |            |   |   |
| 佳木斯<br>1951-80 | 75.9  | 75.2 | 81.7 | 74.4 | 73.6 | 76.4 | 79.7 | 78.2 | 86.3 | 76.7 | 79.0 | 87.3 | 80.1 | 79.0 | 77.3 | 72.9 | 75.3 | 82.9 | 73.1 | 73.8 | 73.6 | 70.2 | 54.9 | 69.0 |            |   |   |
| 綏化<br>1967-80  | 81.7  | 87.1 | 91.6 | 78.2 | 80.3 | 80.4 | 82.7 | 77.1 | 95.5 | 81.4 | 85.0 | 93.0 | 90.1 | 89.9 | 84.3 | 80.9 | 78.8 | 93.9 | 83.1 | 74.9 | 74.2 | 68.0 | 69.6 | 67.9 |            |   |   |
| 寶清<br>1956-80  | 74.7  | 76.2 | 79.5 | 69.4 | 73.4 | 71.4 | 74.3 | 75.4 | 87.2 | 78.8 | 81.2 | 84.3 | 83.8 | 85.0 | 77.3 | 71.0 | 71.5 | 82.3 | 75.3 | 75.5 | 75.8 | 69.7 | 66.5 | 68.1 |            |   |   |

図-1 太陽高度と方位(哈尔滨)



数字は地方時、日南中は中国標準時11時30分頃

表-2 推定日射量 (日量)

|     | 可能日射量               | 可照時                 | 哈 尔 滨            |                     | 佳 木 斯            |                     | 綏  滨             |                     | 宝  清             |                     |
|-----|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|
|     | Q <sub>0</sub> (MJ) | S <sub>0</sub> (hr) | S/S <sub>0</sub> | Q <sub>0</sub> (MJ) |
| 3 月 |                     |                     |                  |                     |                  |                     |                  |                     |                  |                     |
| 下   | 22.31               | 12.23               | 0.69             | 13.1                | 0.61             | 13.1                | 0.68             | 14.0                | 0.59             | 12.8                |
| 4 月 |                     |                     |                  |                     |                  |                     |                  |                     |                  |                     |
| 上   | 24.61               | 12.82               | 0.62             | 14.6                | 0.58             | 14.0                | 0.61             | 14.4                | 0.54             | 13.4                |
| 中   | 26.79               | 13.35               | 0.56             | 14.9                | 0.55             | 14.7                | 0.60             | 15.5                | 0.55             | 14.7                |
| 下   | 28.55               | 13.86               | 0.58             | 16.2                | 0.55             | 15.7                | 0.58             | 16.2                | 0.51             | 15.0                |
| 5 月 |                     |                     |                  |                     |                  |                     |                  |                     |                  |                     |
| 上   | 30.14               | 14.33               | 0.60             | 17.5                | 0.56             | 16.8                | 0.58             | 17.1                | 0.52             | 16.0                |
| 中   | 31.19               | 14.76               | 0.59             | 17.9                | 0.53             | 16.8                | 0.52             | 16.6                | 0.51             | 16.4                |
| 下   | 31.86               | 15.11               | 0.55             | 17.5                | 0.52             | 16.9                | 0.57             | 17.9                | 0.52             | 16.9                |
| 6 月 |                     |                     |                  |                     |                  |                     |                  |                     |                  |                     |
| 上   | 32.44               | 15.39               | 0.53             | 17.5                | 0.50             | 16.9                | 0.53             | 17.5                | 0.51             | 16.4                |
| 中   | 32.78               | 15.53               | 0.54             | 17.8                | 0.51             | 17.2                | 0.55             | 18.0                | 0.52             | 17.4                |
| 下   | 32.86               | 15.55               | 0.62             | 19.5                | 0.56             | 18.3                | 0.60             | 19.1                | 0.54             | 17.9                |
| 7 月 |                     |                     |                  |                     |                  |                     |                  |                     |                  |                     |
| 上   | 32.44               | 15.45               | 0.55             | 17.8                | 0.52             | 17.3                | 0.58             | 18.4                | 0.54             | 17.6                |
| 中   | 31.60               | 15.22               | 0.55             | 17.4                | 0.52             | 16.8                | 0.59             | 18.1                | 0.56             | 17.6                |
| 下   | 30.35               | 14.91               | 0.51             | 16.0                | 0.47             | 15.2                | 0.51             | 16.0                | 0.47             | 15.2                |
| 8 月 |                     |                     |                  |                     |                  |                     |                  |                     |                  |                     |
| 上   | 28.97               | 14.47               | 0.54             | 15.8                | 0.50             | 15.1                | 0.56             | 16.1                | 0.49             | 14.9                |
| 中   | 27.42               | 14.02               | 0.57             | 15.4                | 0.54             | 14.9                | 0.56             | 15.2                | 0.51             | 14.4                |
| 下   | 25.45               | 13.52               | 0.58             | 14.5                | 0.56             | 14.2                | 0.63             | 15.2                | 0.55             | 14.0                |
| 9 月 |                     |                     |                  |                     |                  |                     |                  |                     |                  |                     |
| 上   | 23.61               | 12.95               | 0.60             | 13.7                | 0.56             | 13.1                | 0.64             | 14.3                | 0.58             | 13.4                |
| 中   | 21.56               | 12.41               | 0.63             | 12.9                | 0.59             | 12.4                | 0.60             | 12.5                | 0.61             | 12.6                |
| 下   | 19.63               | 11.91               | 0.61             | 11.5                | 0.62             | 11.6                | 0.62             | 11.6                | 0.64             | 11.9                |

## 1. 日射量の推定

### (1) 方法

可能日射量の $Q_0$  (完全晴天時の全短波放射量) と日照率  $\frac{S}{S_0}$

( $S_0$  : 可照時間、 $S$  : 日照時間) とを用い

$$Q = Q_0 \left( a + b \frac{S}{S_0} \right)$$

の式によった。

- ① 可能日射量の $Q_0$  新編農業気象ハンドブックに緯度別、月別の表がある。この表をもとに作図して北緯 $46^\circ$ 、3月下旬～9月下旬の間旬の中央日(5の日)の値を内挿により求め、旬平均可能日射量とした。原表cal/dayの単位であるが、これをMJに換算した。
- ② 可照時間 $S_0$  太陽高度計算式により、日出時太陽高度 $0^\circ$  から日没時 $0^\circ$  までの時間を毎旬5の日について算出した。
- ③ 日照時間 $S$  気象表(1951～80年の平均)にある旬合計値から1日当日日照時間を求めた。
- ④ 係数 $a$ 、 $b$  これらの係数は場所、季節等により異なることが知られている。しかしこの地域については実例がないので推定した。

日本の例では $a = 0.22$ 、 $b = 0.52$ が平均値として示されている。またAmgitr<sub>dm</sub>(1922)は $a = 0.235$ 、 $b = 0.765$ を与えている所から $a = 0.22$ 、 $b = 0.60$ とした。

### (2) 結果

- ① 表-2に示す結果を得た。
- ② 理科年表にある日本各地の日射量と大差のない数字となった。この推定値は恐らく10%位の誤差があるだろうと思われるが、現段階では一応の目安となるだろう。

### ③ 参考文献

新編農業気象ハンドブック(1974)

気象の事典(1974)

理科年表(1988)

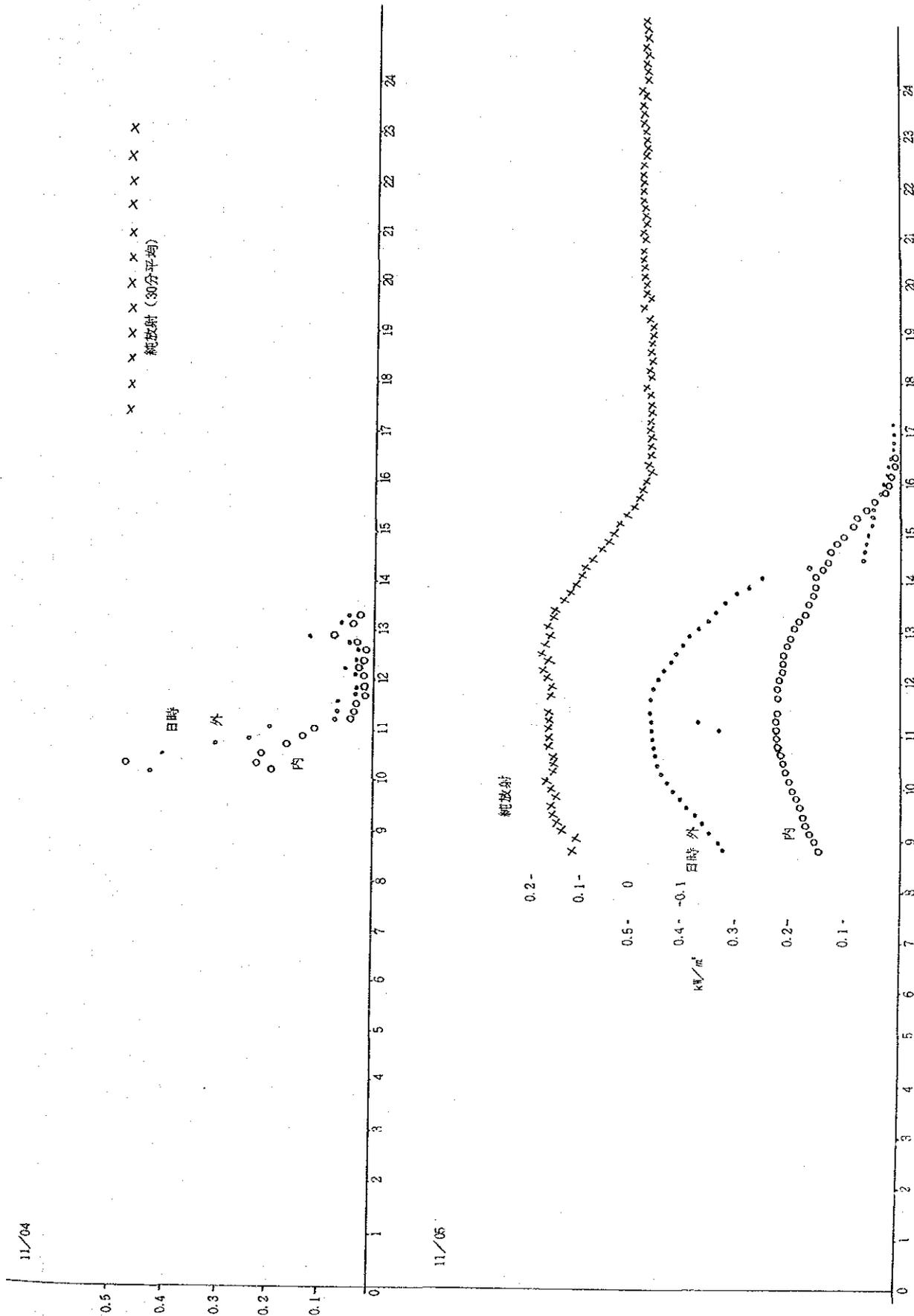


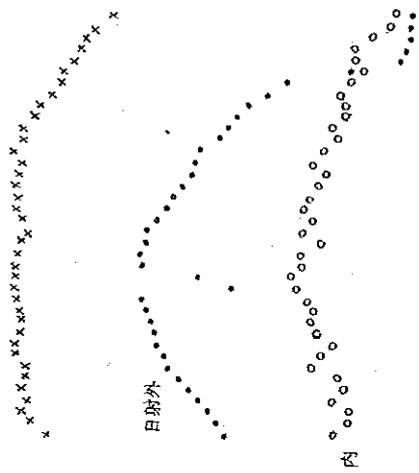
図-2 ビニールハウス内外の放射量(1)

OFF ↓

純放射

11/06

0.



11/08

AC電源

11/07

Net Radometer Fan 100 Vpc入誘導 noise

純放射

0.2-

0.1-

0

0.4-

0.3-

0.2-

0.1-

↑ 0.05

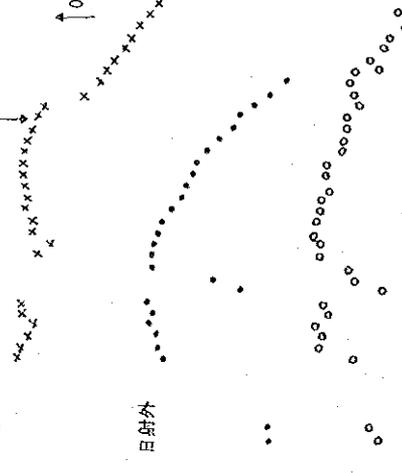
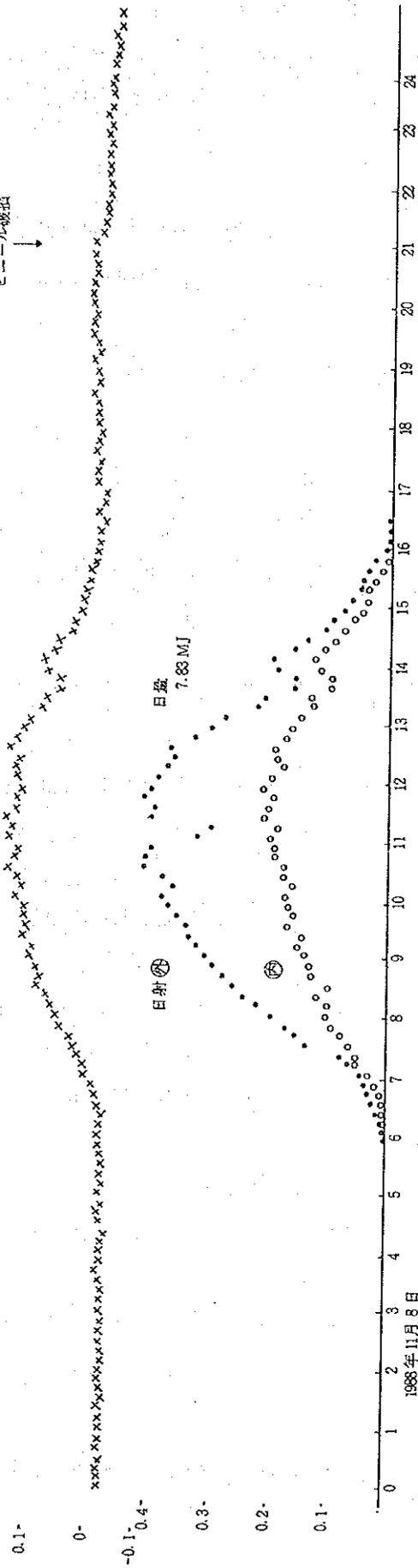


図-3 ビニールハウス内外の放射量(2)

11/08

純放射

強風  
ビニール破損



11/09

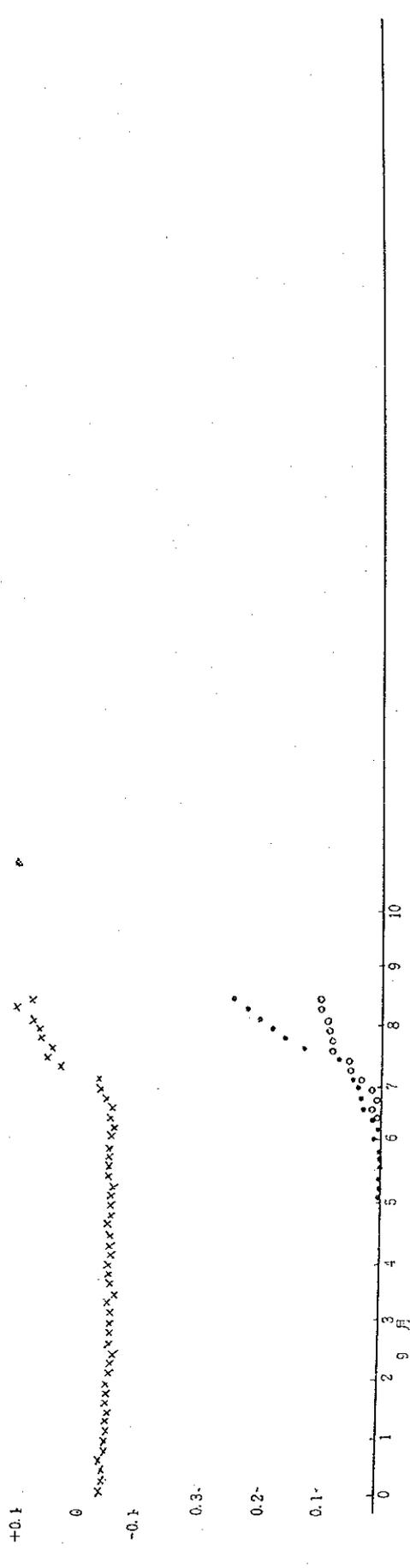


図-4 ビニールハウス内外の放射量(3)

## 2. 水温の熱収支解析

1986年度内嶋善兵衛短期専門家の提案に基づき、1987年に谷口利策長期専門家の指導のもとで哈尔滨工作栽培研、佳木斯水稻研究所において小湛水池の水温観測が行なわれた。これはその観測データを解析したものである。

### (1) 方法

観測は同一の基準で行われた。すなわち湛水池の大きさは2×2m水深20cmに湛水する。その池中深さ10cm及び池の底面近く水面から19cmの所に最高、最低温度計を置き、毎日9時に最高、最低水温を読取った。

この方法は内嶋(1963)の熱収支法による水温成立機構の研究によって得られた式

$$\Theta_w = \Theta_a + \frac{\frac{S_w}{h} - 2D}{\left(1 + 2 \frac{de}{d\Theta}\right)}$$

に基礎をおいている。ここで

$\Theta_w$  : 水温、 $\Theta_a$  : 気温、 $S_w$  : 純放射、 $h$  : 顕熱伝達係数、 $D$  : 飽差、 $\frac{de}{d\Theta}$  : 気温における飽和水蒸気圧の温度勾配。

さらに、気温、純放射が正伝的に日変化することを仮定して水温の日較差と $\frac{S_w}{h}$ とがほぼ比例する関係があることも示されている。

これにより、毎日の最高、最低水温のほか気温、湿度の観測値があれば、その場所の熱収支特性が判ることになる。

### (2) 哈尔滨の水温解析

哈尔滨においては1987年6月14日-8月31日、観測を行なった。その観測結果を見ると(図-5、表-3)

- ① 観測開始から約10日間は、池の漏水などあって結果に乱れがあるが、6月の末は、微安定した値を得ている。
- ② 10cm、19cmの最高水温は10cmの方が0.5℃程度高い。10cm水温と最高気温との差は約4℃水温が高い。
- ③ 最低水温は10cmが19cmより1~2℃高く、最低気温より2~4℃高い。
- ④ 日平均水温と月平均気温との差は大体3~4℃に保たれた。降雨による雨水の混入がある場合は水温が低下して気温より低くなることがあった。
- ⑤ 10cm水温の日較差は気温の日較差の平均85%程度であるが日によって水温日較差の方が大きいこともあった。

#### 1) 計算

飽差 $D$  : 平均気温 $\left(\frac{\text{最高} + \text{最低}}{2}\right)$ に対する飽和水蒸気圧と気象観測で得られている2、8、14、20時平均水蒸気圧との差を用いた。

2) 結果 計算の結果を図-7に示した。

図で見る通り  $\frac{S_w}{h}$  と水温日較差 (最高-最低) とは比例関係にある、特に離れた点は多量の降雨のため水温が乱された為とみられる内嶋は東京西ヶ原における観測結果から

$$\Delta\theta_w = 0.39 \left(\frac{S_w}{h}\right)^{0.77}$$

の関係を示しているが、ここの結果からは

$$\Delta\theta_w = 0.40 \left(\frac{S_w}{h}\right)$$

を得た。内嶋の観測では水温日較差が5℃以下であるのに対してここの観測では10℃以上もある日が多くあったことによる差であろう。雨水の混入という予期しない観測結果を用いたとしては意外に良好な結果であった。

顕熱伝達係数  $h$  として内嶋 (1959) は平均値として  $2 \times 10^{-4} \text{ cal/cm}^2 \text{ sec } ^\circ\text{C}$  を用いているが、日平均風速が、特に弱い日、強い日のことを考え

|       |              |                          |
|-------|--------------|--------------------------|
| 日平均風速 | 0 - 1 m/s の時 | 0.544 MJ/ m <sup>2</sup> |
|       | 2 - 3        | 0.726                    |
|       | 4 - 5        | 0.907                    |

として純放射  $S_w$  求めた。気象観測値のうち日照時間と最も関係が深いと見て、計算された  $S_w$  と日照時間との関係を描いたのが図-8である。相関係数0.75と余り高くないが、相関関係は一応認められる。またここで得られた純放射量 (一日量) は、前に求めた日射量と矛盾なく妥当な値である様に思う。

### (3) 佳木斯の水温解析

佳木斯においては5月27日-9月10日の間観測が行われた。

哈尔滨の観測に比べ温度計の読取に雑な点がある様で、時に異常な値があった。前後、上下の関係から5℃あるいは10℃の読み違いと明らかに判断されたものは修正した。全体の観測結果を見て (表-4、図-9)

① 10cm最高水温と地面近くの水温との差が大きい。特に観測初期の6月上中旬に10℃以上の差がある日があった。6月下旬以降は安定して来て2℃内外の差となった。

この原因として考えられることは、灌水に使用した水が松花江からの引水であることであろう。

表-3 哈尔滨旬平均水温 (1987)

| 旬       | 水 温 (10cm) |      |     |      | 水 温 差<br>(10cm-19cm) |     | 气 温  |      |      |      | 平均水温<br>平均气温 | 水 蒸 气<br>压 (mb) | 日 照<br>(hr) |
|---------|------------|------|-----|------|----------------------|-----|------|------|------|------|--------------|-----------------|-------------|
|         | 最高         | 最低   | 较差  | 平均   | 最高                   | 最低  | 最高   | 最低   | 较差   | 平均   |              |                 |             |
| 6/14-20 | 27.8       | 18.2 | 9.6 | 23.0 | - .3                 | 1.1 | 29.0 | 16.0 | 13.0 | 22.5 | 0.5          | 13.7            | 63.9        |
| 6/21-30 | 29.9       | 21.4 | 8.5 | 25.6 | .1                   | 1.0 | 29.9 | 17.4 | 12.5 | 23.7 | 1.9          | 16.2            | 73.4        |
| 7/1-10  | 26.7       | 18.0 | 8.7 | 22.4 | - .5                 | 0.9 | 25.0 | 15.2 | 9.8  | 20.1 | 2.3          | 17.6            | 65.7        |
| 7/11-20 | 29.3       | 20.8 | 8.5 | 25.1 | - .5                 | 1.0 | 26.7 | 16.6 | 10.1 | 21.7 | 3.4          | 19.6            | 56.2        |
| (2旬欠)   |            |      |     |      |                      |     |      |      |      |      |              |                 |             |
| 7/21-31 | 31.4       | 22.6 | 8.8 | 27.0 | .1                   | 1.8 | 28.2 | 19.3 | 8.9  | 23.8 | 3.2          | 23.9            | 101.7       |
| 8/1-10  | 29.6       | 21.1 | 8.5 | 25.4 | .3                   | .5  | 26.1 | 17.3 | 8.8  | 21.7 | 3.7          | 21.0            | 71.7        |
| 8/11-20 | 28.6       | 21.7 | 6.9 | 25.2 | - 0.4                | 1.6 | 26.1 | 17.2 | 8.9  | 21.7 | 3.5          | 21.7            | 64.4        |
| 8/21-30 | 25.2       | 19.7 | 5.5 | 22.5 | 1.0                  | 1.0 | 24.0 | 16.9 | 7.1  | 20.4 | 2.1          | 20.8            | 44.9        |

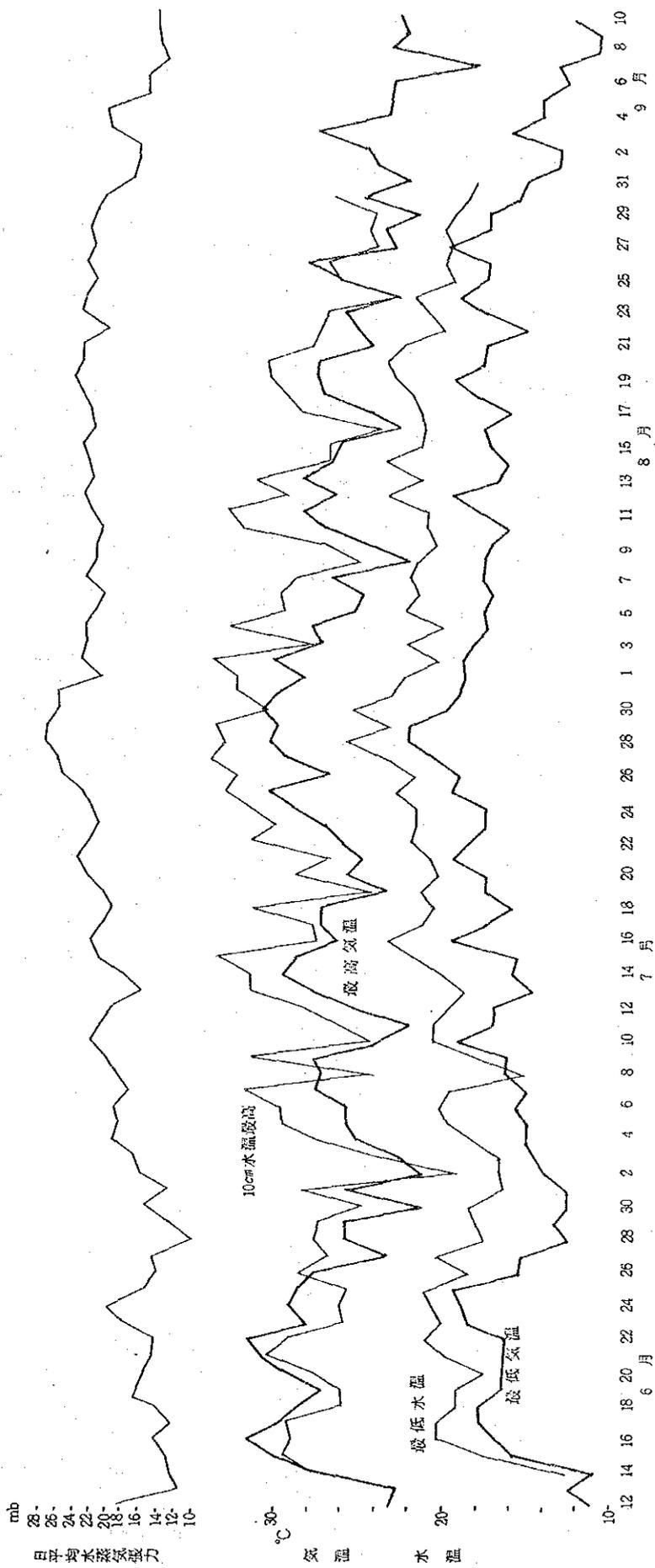


図-5 哈尔滨における水温観測 (1987年)

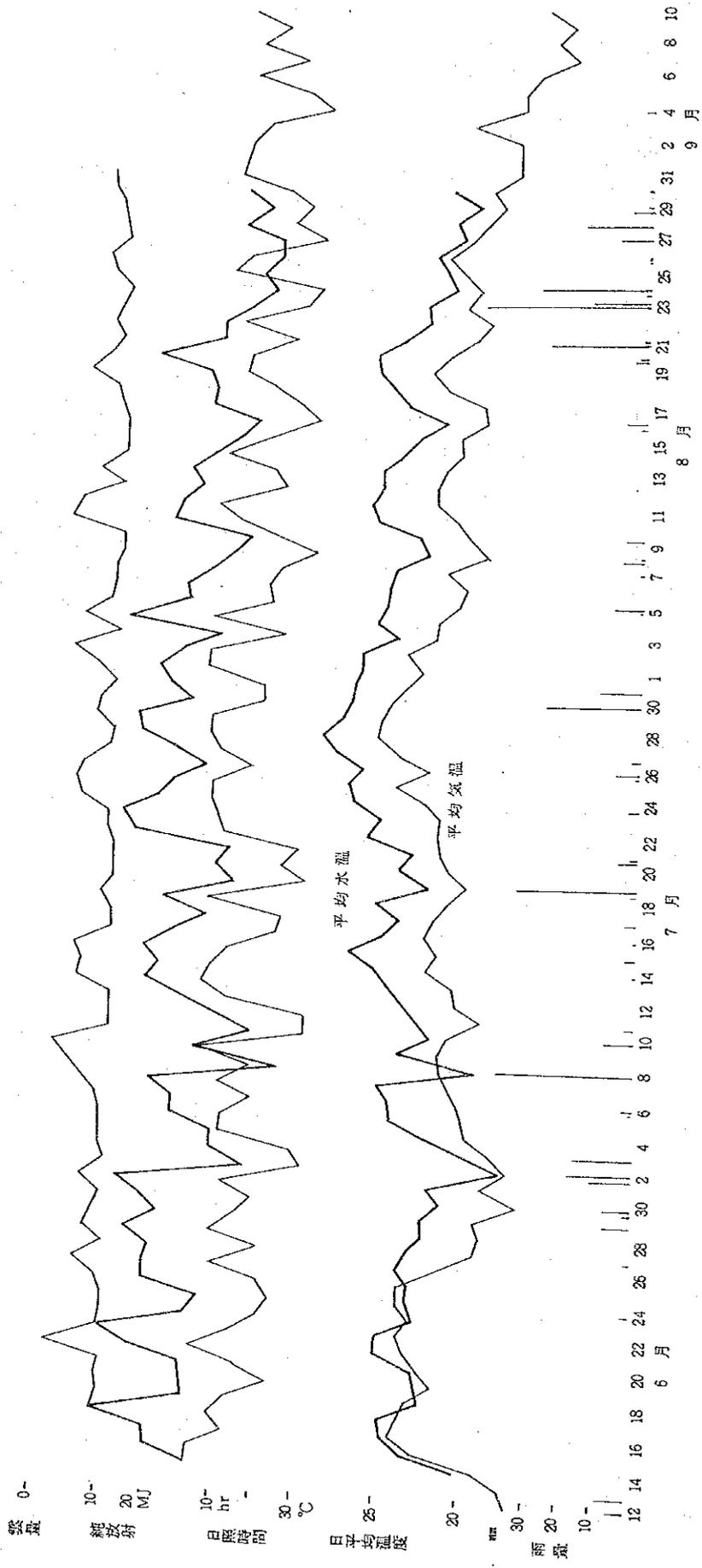


图-6 哈尔滨における水温解析 (1987年)

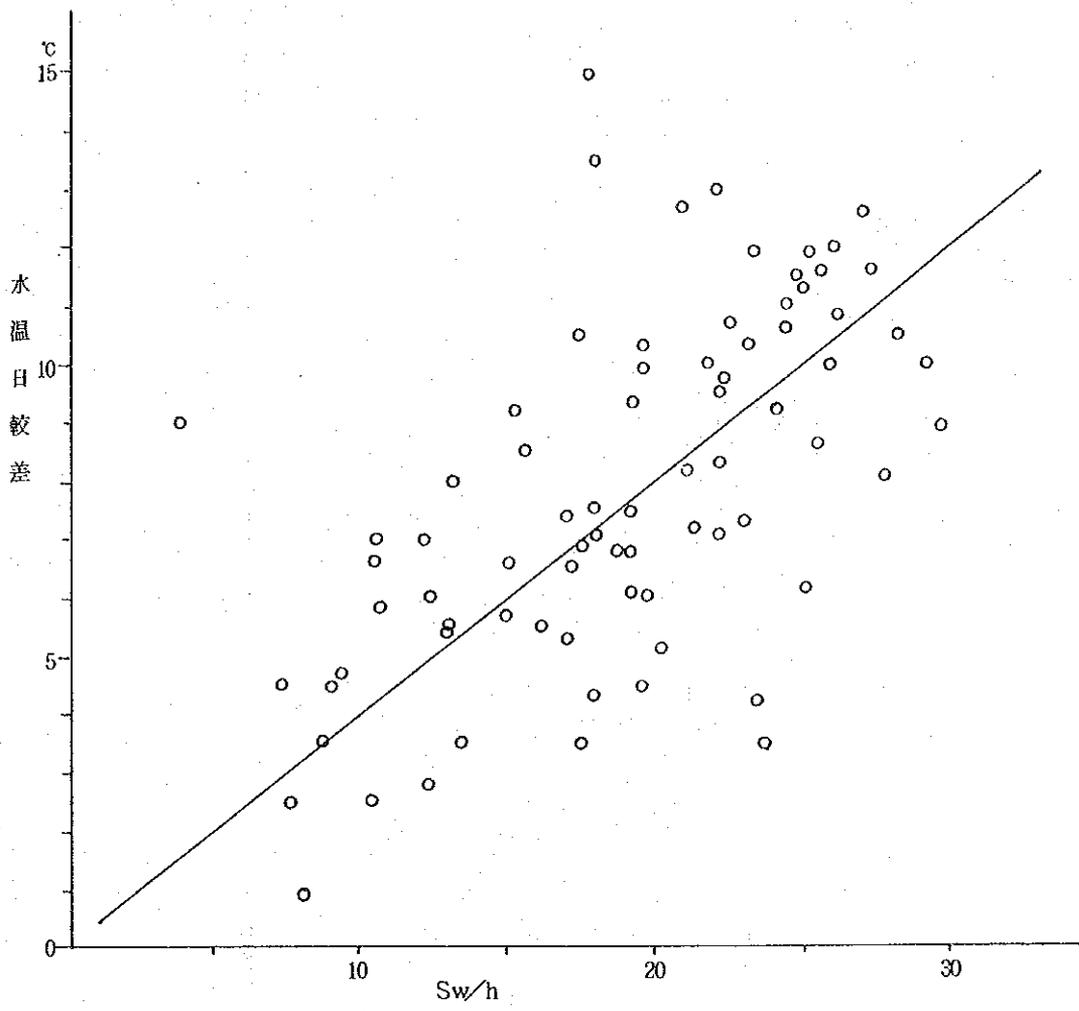


图-7 哈尔滨 水温解析结果

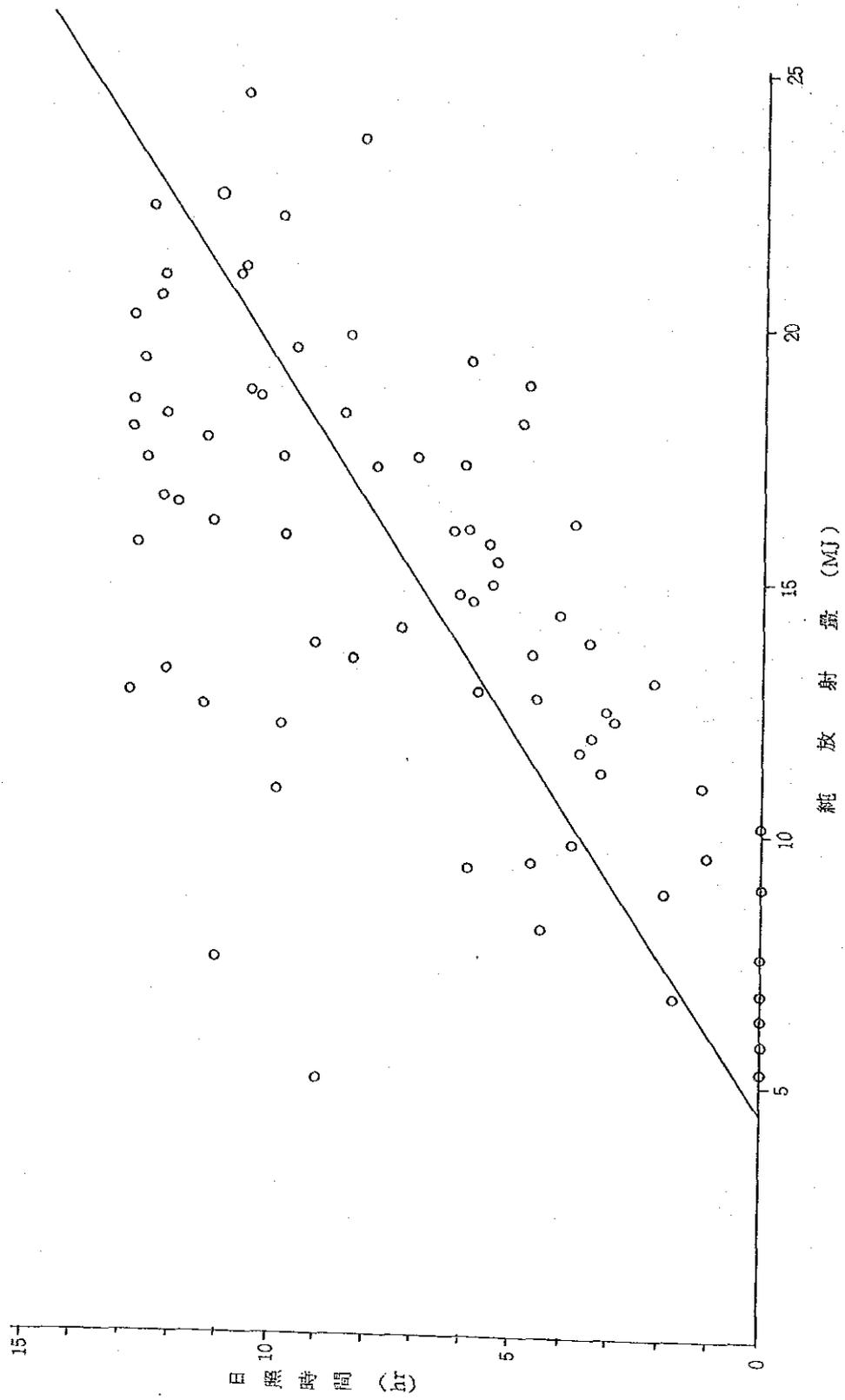
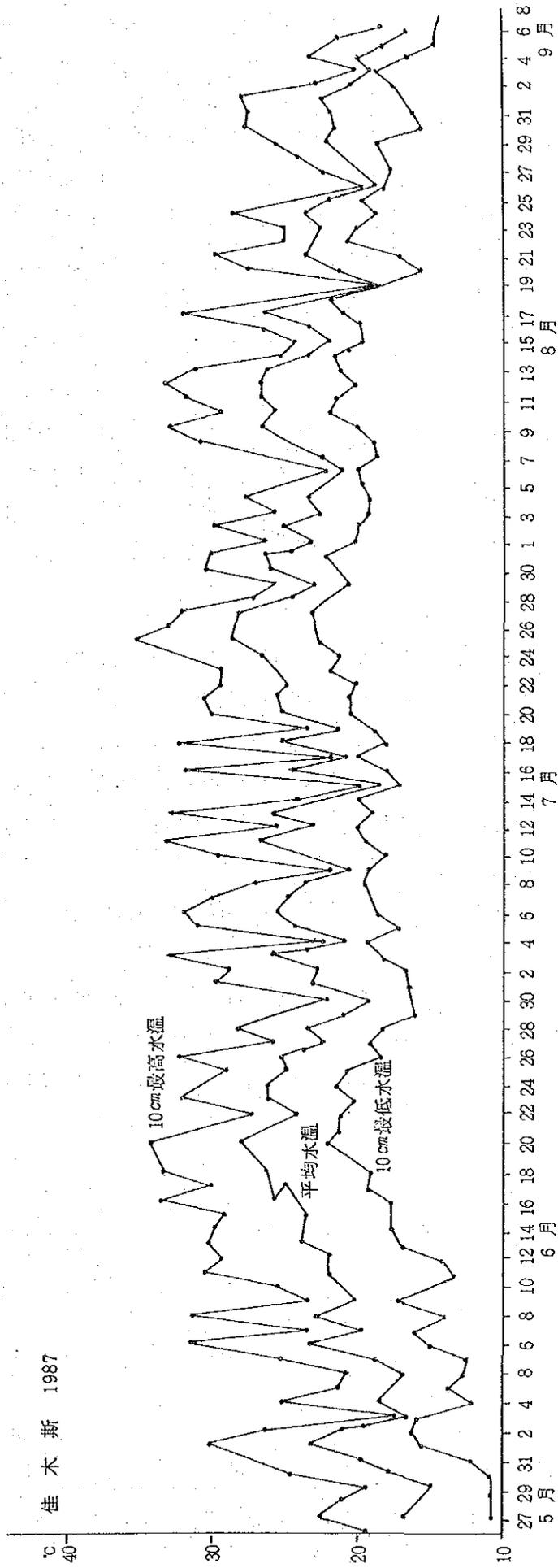


図-8 純放射量(計算値)と日照時間(観測値)



图一9 佳木斯における水温観測 (1987年)

表-4 佳木斯 自平均水温 (1987)

| 旬       | 水 温 (10cm) |      |      |      | 水 温 差<br>(10cm-地面) |     | 10 cm 水 温<br>哈尔滨との差 |        |        |
|---------|------------|------|------|------|--------------------|-----|---------------------|--------|--------|
|         | 最 高        | 最 低  | 較 差  | 平 均  | 最 高                | 最 低 | 最 高                 | 最 低    | 平 均    |
| 5/27-31 | 23.2       | 11.3 | 11.9 | 17.3 | 3.3                | .6  |                     |        |        |
| 6/1-10  | 25.5       | 14.7 | 10.8 | 20.1 | 5.6                | .8  |                     |        |        |
| 6/11-20 | 29.7       | 17.4 | 12.3 | 23.6 | 4.9                | .1  |                     |        |        |
| 6/21-30 | 30.6       | 20.7 | 9.9  | 25.6 | 1.4                | -.2 | .7                  | -.7    | 0      |
| 7/1-10  | 28.5       | 18.2 | 10.3 | 23.4 | 1.2                | -.5 | 1.8                 | .2     | 1.0    |
| 7/11-20 | 27.6       | 19.4 | 8.2  | 23.5 | 1.6                | 1.6 | (-1.8)              | (-1.4) | (-1.6) |
| 7/21-31 | 30.2       | 21.8 | 8.4  | 26.0 | 2.7                | .4  | -1.2                | -.8    | -1.0   |
| 8/1-10  | 27.9       | 20.4 | 7.5  | 24.2 | 1.5                | .1  | -1.7                | -.7    | -1.2   |
| 8/11-20 | 29.5       | 21.3 | 8.2  | 25.4 | 2.5                | 1.2 | .9                  | -.4    | .2     |
| 8/21-31 | 25.1       | 18.9 | 6.2  | 22.0 | 2.8                | 1.6 | -.1                 | -.8    | -.5    |
| 9/1-9   | 23.6       | 16.7 | 6.9  | 20.9 | 2.5                | 1.6 |                     |        |        |

哈尔滨の池は井戸水を使用して清水であり、10cmと19cmとの最高水温は約0.5℃の差であったが、佳木斯では松花江の水でかなり濁っていたのではないと思われる。濁りのため湛水の上層で熱が吸収され、池の底まで熱が伝わらなかったと考えられる。

そして暫くたってかなり澄んで来て温度差が小さくなったものであろう。

② 最高水温の日による違いが大きい。最高水温が30℃を越す日数は哈尔滨より多いし、期間中の最高の哈尔滨33.6℃に対して佳木斯35.8℃と高い。一方降雨の日も多く1~2日おきに最高が上らない日があつて変動を大きくした。

佳木斯における気象観測値を欠くので、量的な解析は出来ないが哈尔滨との対比で検討を行なった。

平均値から見ると佳木斯の方が最高気温で約0.6℃低く、日照時間は約6%少なく、水温の上昇は少ない様に思われる。これは曇、雨天を含めた平均であるので、晴日だけ抜き出してみた。

哈尔滨、佳木斯おのおの最低水温から最高水温までの上昇が10℃以上あつて、晴天日とみなされる日を選び出した。

|    | 哈 尔 滨 |       |    | 佳 木 斯 |       |    |       | 備 考            |
|----|-------|-------|----|-------|-------|----|-------|----------------|
|    | 昇 温   | 最高水温  | 日数 | 昇 温   | 最高水温  | 日数 | 最高の差  |                |
| 6下 | 10.4℃ | 29.1℃ | 3  | 12.9℃ | 33.4℃ | 4  | 4.3℃  | 平均1.0℃佳木斯の方が高温 |
| 7上 | 12.3  | 30.2  | 3  | 13.0  | 31.2  | 6  | 1.0   |                |
| 中  | 11.5  | 31.7  | 4  | 13.5  | 32.5  | 5  | .8    |                |
| 下  | 10.7  | 32.6  | 5  | 10.3  | 33.2  | 4  | .6    |                |
| 8上 | 11.7  | 32.4  | 4  | 11.1  | 31.1  | 2  | -1.38 |                |
| 中  | 11.0  | 31.8  | 2  | 11.5  | 32.7  | 5  | .9    |                |
| 下  | -     |       | 0  | 11.6  | 29.2  | 3  | -     |                |

晴天条件下では哈尔滨、佳木斯とも純放射、気温等が同じと考え

$$\frac{S_w}{h} = 25 \quad \theta_a = 23^\circ\text{C}$$

の場合、気中の湿度を変えて計算すると、湿度が高い程水温の上昇が大きくなる。すなわち相対湿度10%の増加で水温約1.2°C高くなる結果を得た。

哈尔滨の池は畑に隣接した場所に作られ、比較的乾燥しているのに対して、佳木スの池は広い水田の中にあり、湿度は哈尔滨より高かったと推察され、1°C高い水温は高い湿度の為と説明出来る。

#### (4) 参考文献

内嶋善兵衛 (1963)

浅い水体の温度および熱収支項の年変化に関する研究 (英文) 農技研報A-10、101-125

三原義秋、内嶋善兵衛、中村千里、大沼一巳 (1959) 温水池の熱収支および水温上昇の研究

農技研報A-7、1-4

### 3 灌漑水温上昇

三江平原の水田は、井戸水をエンジンポンプで吸上げ、灌漑するものが多い。一般に地下水の水温は、年平均気温より数度高いといわれているが、三江平原でも年平均気温3°C前後に対して井戸水温は5~7°Cと低温である。

水稻の灌漑水としては20°C以上、低くても17°C以上であることを要するから、井戸から水田水口までの間で10数度も上昇させなければならないことになる。

この水温上昇に要する熱源として考えられるものは、第1に太陽放射すなわち日射であり、第2に大気顕熱、潜熱である。顕熱は水温が気温と同じ温度になるまで水が熱を貰い、水温は上昇する。潜熱は水温が大気露点温度になるまで水が熱を貰い、水温は上昇する。潜熱は水温が大気露点温度になるまで大気中の水蒸気が、水面に凝結して、水の凝結熱1gについて2,450Jを発生し、水温を上昇させる。

日射量は表-2に示したが、気温、露点の1987、88年の値を表5に示す。5月の始めは気温はまだ高くなっていないし露点温度もかなり低いいため水温上昇は、日射による他ない。しかし5月の終りになると露点温度が上って水温より高くなり、潜熱利用による水温上昇も期待出来るようになる。6月以降は、日射、顕熱、潜熱とも高くなり水温上昇も容易になる。三江平原の水田は一般に漏水が少なく、灌漑水量が少なくて済むのは、水温上昇に熱源の制限されるこの場合、有利である。

表-5 哈尔滨露点温度、気温

|      | 87年 8時 |      | 14時  |      | 88年 8時 |      | 14時  |      |
|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|
|      | 気温     | 露点   | 気温   | 露点   | 気温     | 露点   | 気温   | 露点   |
| 5月 上 | 11.5   | -9.3 | 17.1 | -3.4 | 8.3    | 3.0  | 11.8 | 1.7  |
| 中    | 11.0   | 8.4  | 16.6 | -1.6 | 14.7   | 7.5  | 20.3 | 3.8  |
| 下    | 15.1   | 5.8  | 20.0 | 2.9  | 15.5   | 9.2  | 19.8 | 7.2  |
| 6月 上 | 17.4   | 9.1  | 23.0 | 7.1  | 21.1   | 15.3 | 26.4 | 11.5 |
| 中    | 21.5   | 11.9 | 26.3 | 10.4 | 17.9   | 11.4 | 21.5 | 10.8 |
| 下    | 21.8   | 12.6 | 26.1 | 10.7 | 25.4   |      | 30.5 |      |

水温上昇を効率的に行うには、

- ① 水面を広くして太陽放射を多く受ける様にする。すなわち温水池の設置である。
- ② 空気との熱交換を盛んにする。温水池にもこの作用があるがさらに多くの熱交換をさせるため
  - a. 落差を作り龍の様に流下させる。
  - b. スプリンクラー、噴水の様に空中に水を噴射する等のことが考えられる。ただしこれらの方法は、水温が上り露点温度、気温より高くなると、かえって熱を失い水温を下げることになるので、龍や噴水は井戸水汲上げ直後にするのが有効である。

#### 4 水稲冷害発生限界と対策の目標

水稲移植栽培の場合、5月中旬から9月中旬までが本田期間とみられ、この間の温度の高低が収穫に大きく影響する。この期間累年の旬平均気温表から積算温度を求め、冷害発生と比べた。

すなわち1951年~80年の各年について積算し、それを少ない方から1~30位の順に並べて図に描いた。

哈尔滨での1~10位のうちに過去の大冷害といわれる年が全部入っている。第10位の積算温度は2,500°Cで大体この温度が冷害発生の目安となるようである。しかし、1965、74年は低温であったが冷害年に指定されていない。

同様佳木斯についても作図すると哈尔滨と若干様相が異り順位も変っている。これも第10位をとると2,400°Cを得る。

第10位は、3.3年に一度の冷害を意味する。これを5年に一度程度の冷害に止めようとする、哈尔滨の温度で、2,480°C、佳木斯の温度で2,350°C程度にまで例外発生限界を下げなければならぬ。耐冷性の一般の強化が必要なことが判る。さらに例外発生頻度を下げようとするれば、発生限界を大幅に下げねばならず、技術開発の困難性は急激に増加するであろう。

障害型又は混合型冷害にあっては穂孕期の低温が問題である。7月中旬は上旬、下旬と比べて気温の変動が大きい上稲の低温抵抗力の弱い時期があるので危険か大きい。

前と同様低温の順にならべてみると、1964年が最も低く、この時は日平均気温20°C以上が6日連続した。1971年は64年に次ぐ低温でこの年には20°C以下が5日連続している。

水稲研の調査では、71年を障害型冷害の年とし、他の冷害年を遅延型としているが、この調査では1964年の方が低温で障害の発生が多かったと推察される。

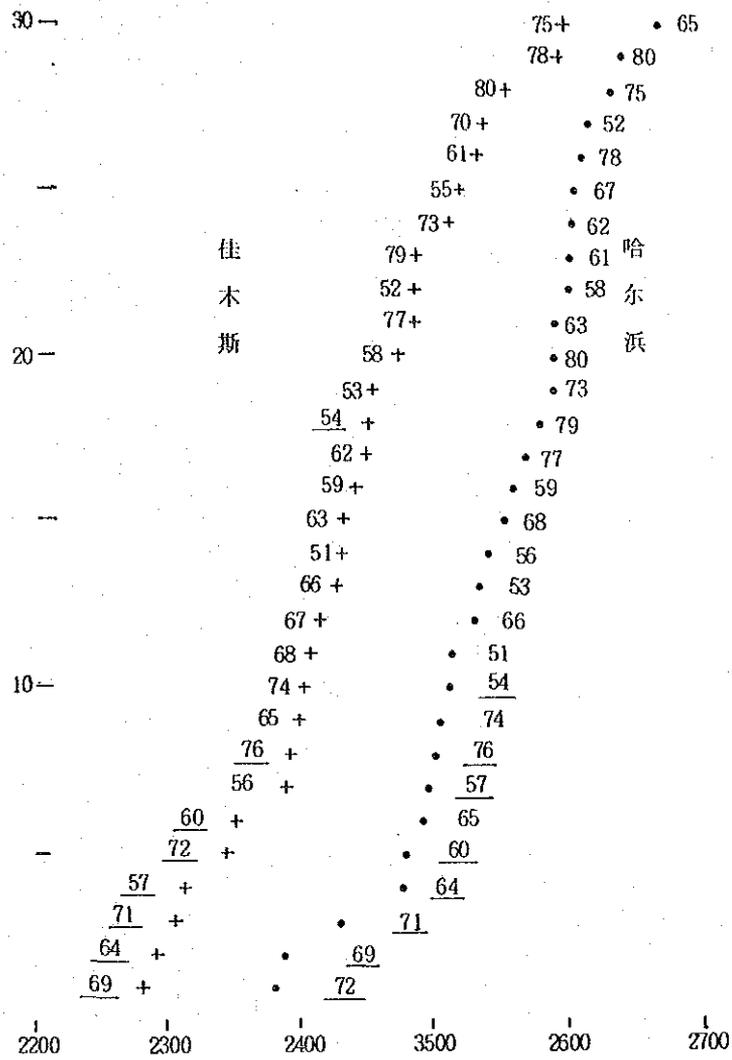


図-10 5月中旬-9月中旬積算温度の順位  
数字は年、アンダーライン大冷害年

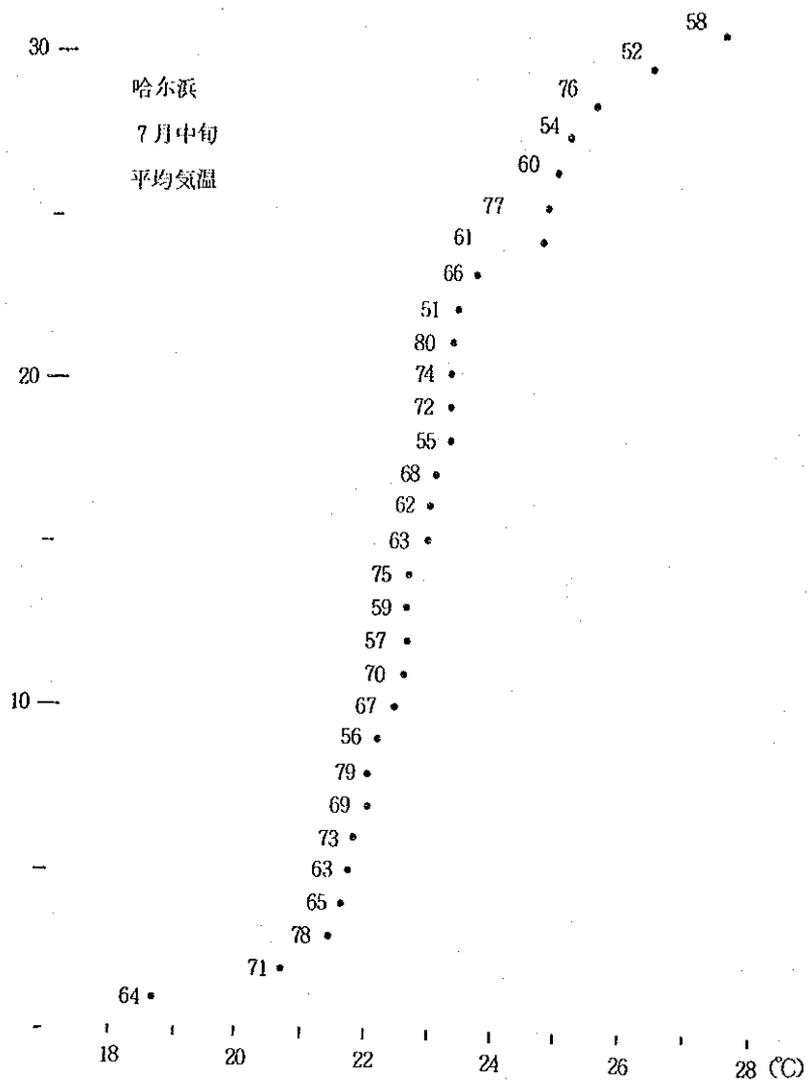


图-11 7月中旬平均气温の順位

#### IV 櫻井喜十郎 専門家（かんがい技術開発）

派遣期間 昭和63年8月4日～昭和63年8月31日



## 1. 当期業務内容、成果及び課題

### (1) 業務内容

かんがい技術の向上のため、それに関連する分野（水理学を含む）の試験研究の方法、具備すべき実験施設・機器、及びそれらの取扱い方法を説明する。

広義のかんがい技術としての排水の処理、再利用のための水の運用や貯蓄の問題について調査研究し、説明し、それを基に三江平源のような超広域、超平坦地における、かんがい排水方式について検討し討議する。

### (2) 調査内容

下記に示す内容について添付の業務日誌の日程に従い調査を実施した。

- a. かんがい基幹施設としての水理施設に関する実験施設の調査（但「水理学」についてはRDに含まれていないが重要関連事項として調査）
- b. 三江平源の代表的部分の実態調査と洪水状況の実態概査
- c. 黒竜江省水利科学研究所職員からの研究状況、実験施設の実態聴取、
- d. 三江水利試験場における試験状況
- e. 寒冷地の特殊実験施設の調査
- f. 実験装置・機器の維持管理に関する実態調査

## 2. 調査研究及びその結果

このことについて、前項「(2)調査内容」に基き記述する。

- a. かんがい基幹施設としての水理施設に関する実験施設調査  
水理実験施設は我々の滞在している建物から500m程離れた場所にあり、将来その一角に水利科学研究所と専門家の宿舍が建設されており、9月末には完成し、そこに移転するとのことであった。

現在の水理実験施設は1963年の建設で、1000㎡の屋上（冬は暖房が入る）に環流水路とポンプが設置されていて、頭首着工減勢工の水理模型実験が行なわれていた。

新舎屋完成後も水理実験施設は別途確保してある地面上に増設部分を設置し、現存のものは、そのまま引きつづき利用する計画とのことである。

増設部分については現在の処理計画のみで具体的な設計はなされていないが、第2次計画で建設するときは協力をお願いするとのことであったので、筑波移転やFAOの水理実験施設計画設計の時の経験を生かし、資料提供面で協力することができる。

三江平原計画についての水理模型実験の対象は主として頭首分水工、水路、及び体帯施設であり、高落差構造物の場合でもせいぜい30m程度のダム（竜頭橋ダム）の計画があるくらいで、現在の実験施設でも今のところ充分考えられる。将来、護岸や河道安定の実験を行なうとすれば現在の施設では面積的に不十分である。

観測機器やデータ処理機器については古い型式のものが使われていた、人力で観測している部分が多いので、高速変動する部分の解析は不能である、（別添資料③-1参照）

- b. 三江平原の代表的部分の実態調査と洪水状況の実態概査

- 呼三（蘭）地区の現地調査を行なった。洪水地区を流れの方向に横断する道路の冠水、法面侵

蝕の状況から増水、減水の速度は極度に小さいことが推測され、現地の水利局長の説明によると100cm/40日(冠水道路部分)、60cm/20日(排水機場部分)であり、日本で考えるような方法とは全く別の観点から処理しなければならないと考える。このことについては考察の部分において後述する。(添付資料①参照)

● 長林島地区の湿地帯(三環泡沼)及富錦地区の農作物作付状況の概査、(添付資料②参照)

別添資料に示すように長林島(地名)にある三環沼の踏査を行なった。水草が一面に生い茂った水道(みずみち、舟が通った所に自然に形成される通りみちの部分)を約40分手漕ぎの舟で400mほど進んだところに水面が開けた部分があった。この部分は水深1.0~1.5m程度でヒツジ草或はミズモ(水藻)の類が繁茂しており、泥炭地温泉の湯のように褐色を呈しており、恐らく酸性の強い水質であろうと想像される。その他の部分はヨシやトクサの類が一面に繁茂しており、やはり植生の面からも酸性の強い水質・底質かと想像される。

全体的に沼の底部からメタンガスと思われる小泡(直径1~2mm)が浮き上がり、この発生状況から推して日本の沼沢のように底部に堆積した還元層から出る大型の泡(直径20~30mm)と異なり、Detritus 表層或は水中植物葉面上に降り注いだマリンスノー状の有機物からの発泡と思われる。魚類は2~3cm程度の小魚(オイカワの類か?)しか発見されず、昆虫類は水面上の小型ミズスマシとアメンボウ程度が見えたのみであるが、トンボ(日本の赤トンボに類似)が群飛していたことから、水中にも幼虫のヤゴをはじめ、相互に捕食する多数の水棲昆虫魚介類が居るものと推察される。

水の流れは全くと言ってよい程停止しており、下流が“渋滞”しているので、日本のように上から押せば“流れる”と言うわけにはいかない。

この処理についても考察の部分において後述する。

● 富錦地区の農作物の状況概査、(添付資料②参照)

撓力河と七星河分流(三環泡から大渠排水路となって撓力川と合流している)との合流部分付近の長林労区を概査した。ジープで長林島の北方約1kmの所で道路が切断されており、新しく、幅約40mの水路(七星川ショートカットと思われる)が開削されていたのでそれ以上進むことができず、水文観測所のあるところまで船で渡り、そこから富錦県方面を双眼鏡で視察した。新しい水路よりも南側は原野であるのに対し、水路の北側は農地となり、ダイズ、トウモロコシが栽培されていた。これらの畑地は農業機械の作業性を考慮したためか、幅40~50m長さ約1kmの帯状のものであった。

水田の形状については宝清⇄佳木斯間或は佳木斯⇄ハルビン間の列車からの観察では一般に小区画(約1反程度)であり、畑地の規模に比しいちじるしく小さかった。これは水田の性質上起伏の影響を大きく受けるので、田面標高を一定にする必要があり、大区画にすれば、そのための費用が大きくなるためであろうと考えられる。その他の理由として水稻の農作業は畑地のそれに比べ、機械化が進んでおらず、人力作業による1日作業の適量への配慮と考えられる。

c. 黒竜江省水利科学研究所職員から研究状況・実験施設の実態聴取

● 水理実験研究関係

かんがいの基幹施設として主として低ダム(日本の頭首工に相当)関係者(黄センター長、陳

主任) から実情を聴取した。

黄センター長は水理実験研究を28年間担当しており約60件の試験を処理しているベテランであると共に土質、材料ほかの試験を統括する責任者である。

現在の業務は頭首工の実験が主となっており、今後の仕事としては、竜頭橋ダムの実験、余水吐の問題、幹線用排路、水路構造物、遊水池工事関連事項、河川の屈曲部の洗掘、雲山頭工事改良問題、ウスリー河の河道の整理。減勢工等があり、日本でも工事に関連して問題となっていた事項に類似している。

三江平原での問題点は主として排水(地上、地下)が主であり、かんがいについての問題のうち水理構造物に関するものとしては流水の問題、漏水の問題、それに一番大きいものは、緩流速における粘性土の洗掘問題であり、この点については全国的に問題点となっており、南京の研究所から発表された頭首工下流護床工末端の洗掘深を推算する経験式が例示された。(年間雨量565mm、5月～9月にその80%～90%降水)

流水の作用力についても推算する経験式が例示され、解氷など日本では問題とされることが少なかった問題点の解決が必要である事を痛感した。

以上がかんがいに関連して水理模型実験施設についての調査結果概要である。

なお、局所的な水理現象の解明は実験によるところが大きいですが、数学モデルによって解決できる事項は電子計算機によるシミュレーションによる手法が多数開発されており、電子計算機(宅脳)長期専門家も着任しているので、よく相談し、物理実験と数理実験の長所を大いに活用するよう勧告しておいた。

#### ● 土質・材料試験研究関係

現在清浜路の舎屋に試験施設があるが、将来、新舎屋(本年10月完成予定)に移転する予定である。

三江平原計画で何が問題点となり、実験によって何を解決すべきか、そのために新舎屋にどのような施設を置くか等について話合った。三江平原は表土30～40cmが腐植4～14%の黒土(日本の黒ボク土に似た外見の土で、北海道の泥炭土が更に土壌化した感じの土壌。そこからの排水の色は、登別の温泉水のようである)に被われており、土質、材料としての力学的試験はもちろんのこと、浸透などの土壌物理的な特性を充分把握することが必要である。

宝清にある展示圃場を視察したところ、日本の植生に似た雑草(イヌクダ、エノコログサ、アザミに似たもの、ダイオウ、ギンギシ、イタドリ、スギナ、カヤツリグサ(大型)、チガヤ、ヨシ、ワレモコウ、ガマ等)が群生し、日本の酸性土壌に似た植生である。確認のため、PH計で測定することがのぞまれる(或は既に測定済みかも知れない)

かんがい技術に関連する水路、河川の土質力学的な問題として分散土の問題があり、三江平原の分散土について、その特性が明らかにされつつある。

現在の河川堤110kmのうち11kmがスリップによる破壊を起こしており、河川堤すなわちへドロ地帯の干拓地帯の堤防という考え方で処理する必要がある。

法面保護工からの堤体材料の吸出しの問題もあり、日本の干拓地で問題になった事が多く、それらの技術が本計画に充分役立つことと思われる。

コンクリートの増強対策として、各種の添加剤について研究をしており、早強剤については1日強度が800kg/cmのものが得られており、凍結防止剤については-15℃~-20℃においても有効なものが得られている。これは暖期の施工期間が短く厳しい気象条件の寒冷地域における研究として非常に有意義なものである。

粘土質土壌の侵食特性として次の結果を得ている。

$$\frac{\text{(蒸留水のみにより分散されたシルト・粘土含有量)}}{\text{(完全分散したシルト・粘土含有量)}} \times 100$$

が15以上であれば受食性であり、15以下であれば耐食性である。この目安を基に経済的に有効な対策をたてることができる。

試験研究を有効に発展させるために必要な機器名の提示があった。私はそれらの処置を出来る立場 (Responsibility) にはないことを説明した上で、報告書に記載し、現地の要求を日本に伝えることを約束した。それらの機器内容は

〔 万能圧縮試験機 (100ton、島津製作所UDH-100) 〕  
〔 三軸圧縮試験機 〕  
〔 全天候老化試験機 (ウエザ・オ・メーター) 〕  
〔 6チャンネル、マルチレコーダー (グラフデック MC6255) 〕  
〔 水質測定用各種科学試験機器 (以下に記す) 〕

前項で河川、沼の水質について、ふれたが水質についてはPHのほかに、中国でも人為的な汚染が問題になっており、松花江にくらべ黒竜江は汚染が少なく、ウスリー河は更に少ないとのことであり、今後松花江の松花問題が大きく浮び上がって来るものと考えられ、全く我々がたどって来た道と同じものがあると言える。これらの試験研究用として水質測定用各種化学分析機器が提出された。

〔 自動分光光度計 〕  
〔 紫外線、可視光線自動記録計 (分光光度計と同じもの) 〕  
〔 クロマトグラフ 〕

三江平原のように大規模で、しかも化学物質の吸着性の大きい微細土地域では汚染の顕在化は遅いが一旦顕在化すればその回復は非常に困難なものがあり、対策の重要性を強調しておいた。幸い、中国側は化学的な項目を担当するスタッフを揃えており、従来ややもすれば水の量を強調しがちであった。農業土木の考え方をかえりみて、心強い感じを持った。

#### ● かんがい試験研究関係

試験研究の現状について、実験設備充実の訴えがあり、現在着手している3つの問題点について説明があった。

- a. 作物の水量平衡の測定について、従来の考え方は古い。(通訳を介しての説明のため具体的にどう古いのか聴き出せなかった。多分次の説明からかんがいの考え方を述べたものとする。) 農地かんがいの技術として三江平原のような広い地域ではサージフローの考え方が良いと中国側は考えている。(このための機械は提供が予定されており、9月には着く予定である)
- b. 地下水と土壌水分の測定、三江平原のかんがいを成功させるために基礎的な研究をする必要があ

ると中国側は認識している。土壤物理的問題として有効水分量、pF、地下水位の変化が植物に与える影響など。

### c. 水温（温水池）の研究

畑地かんがいでは余り問題ではないと思われるが、水田水利としては問題が多く、特に地下水温は4℃～8℃であり、日本における15℃に比べいちじるしく低い。

中国側で問題としているのは、

井戸水によるかんがいの場合、三江平原のような大面積の場合にどのような方法が良いか。水温上昇対策として展示圃場（宝清試験場）の中に3つの温水溜池が建設されているが、良い方法があれば採用したい。

これについて考察の項で述べる畑地、溜池、水田の3区分における水の運用法について提案しておいた。

必要機材として中国側は次のものを挙げており、既にJICAからの供給が予定されているものもある。なお中国側は、ここ2年間における供与機材について感謝の意を表明していた。

（土壤水分測定機（圧膜法） 2セット

恒温乾燥器

テンシオメーター 30本（既着）

中性子水分計

土壤透水試験器（現場透水試験、不飽和透水試験）

水田浸透量（減水深として）の測定器具（自記水位計のこと）

植物体内条件測定機材

細胞内濃度測定薬液（未着）

水分圧力測定器（既）

蒸散流速計（既）

気象観測機材（風向、風速、降水、蒸発散、気温、湿度等）

サージフローシステム

12点自記テンシオメーター（1989年予定）

人工降雨装置

自動葉面積計

地下水流向流速計

④ JICA調整担当者、中国側弁公室の立場を尊重し、具体的な手配についての口出しは差し控えてあるので、現地長期専門家、調整担当者、弁公室服務員の間で充分の調整を御願います。（以後記載される機材についても同じ）。

以上であるが温水溜池の研究用として、次のものをぜひ備えてほしい

（直達日射計

散乱光放射計

純放射計

分光光度計

そのほか、計測の方法論やデータ処理の問題点については討議した。

#### ● 排水試験研究関係

研究概要と問題点についての概要を聴取した。かんがいに関連した項目について述べると、排水処理のため、畑地、溜池、水田の三部分を構成し、それらの面積配分について水文統計のデータから決定する方法を検討中とのことであり、溜池の構造について考察の項で記す内容の提案をしておいた。

#### d. 凍上研究所の見学

構造物に対する凍上の力学的作用というよりも、春先における凍結土の融解水による根圏水供給ということでデータの有無を調査した。幸い各深度分の融解状況のデータ（10年間）があるとのことであったので、長期専門家と中国側で有効に利用されるものと思う。

## 2. 技術移転の状況

広域の視察と移動に時間を要し、特別な講義の日は設けなかったが、研究状況の聴取の間種々の討議を通じ、試験技術、方法、研究の方法等に関する考え方は相手側に充分伝わったことと思う。

## 3. 考察

### (1) かんがいを前提とした排水および洪水処理について

三江平原の規模の大きさは現地見学をした方々が誰でも一様に口にされる言葉である。そのことを考えた上で次のことを考察したい。

現地の河川、水路を調査した結果、いずれも流速は極めておそく、ほとんど停滞状態である。あの長大な黒龍江の河口が排水の最末端であることを考えると、日本海の水位を人工的に降げて、勾配を大きくしない限り（これは不可能である）新川地区や築後平野で成功しているような日本の技術をそのまま適用することは不可能である。

黒龍江が排水の最終幹線として期待できるかどうか充分検討した上で、もし、期待できないとすれば洪水を充分調整できる処置が必要となる。一般に上流に大きなダムを作ることが考えられるが、地域ごとに洪水を処理し、かんがいに利用する方法を考える方が有利かと考える。

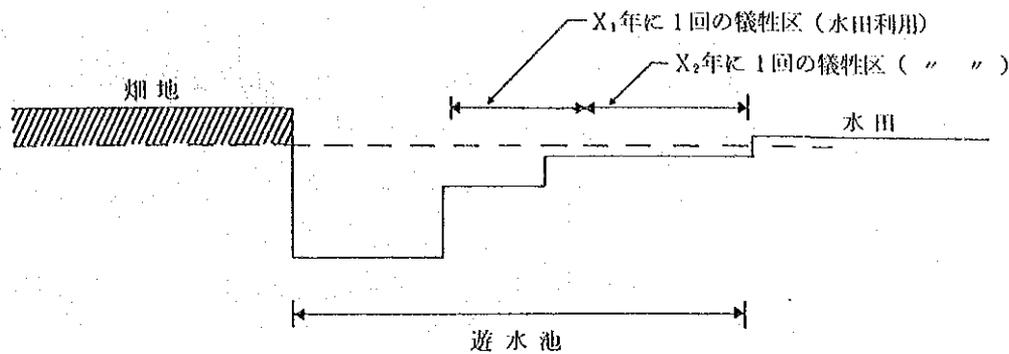
根岸長期専門家は輪中堤方式によるブロック化を提案して居られるが、全く同感である。

水害地を視察し、現地の人の説明を聴いた所によると、洪水が去った直後上流では既に干害が始まっているという。

この事実を考えると、各ブロックで排水、貯溜、利用を考えるのは全く合理的と思われる。

中国側担当者も考えているように、畑地、溜池、水田をセットにした集団を作り、その中で処理するものもその考え方である。

ここで私が提案したいのは、遊水池としての溜池の規模決定について水文データから、次図に示すように段階的に犠牲区を設け、経済的な観点から何年に1回か襲来する洪水のあい間に耕作をすることである。これは日本でも河川敷や洲の部分に洪水を承知の上で利用している例からも考えられる。



(2) 流動する状態の水として貯溜するための排水とかんがいについて。

三労害（排水不良による障害）地区に見られるように地下水が高く根圏が飽和状態になると根に障害が発生する。しかし水耕栽培や礫耕栽培に見られるように、全く水浸の状態でも水が循環して酸素が補給されていれば障害は起こらない。（根岸専門家）

展示農場では暗渠による排水設備が完備しているので、前述の洪水直後の干害の対策としても、ぜひ排水、かんがいによる水の貯溜を企ててもらいたいと思う。これはあたかも人間の血液が貯溜器官がなく循環器管内の血液のみでバランスよく運用されているのに似た方式である。

日本でも水の反復利用は従来から考えられていたことであるが、「お流れ頂戴型」の上流排水の下流利用ではなく、自己反復型の例えば和賀中部のパイネトロンや築後平野のような方式を現地向にアレンジして採用するのが得策と考える。

(3) 三江平原の模型実験農場としてのシステムを宝清に作る件について

具体的な排水処理やかんがい技術の展開の場としてひとつのパイロット区を設けて実測を行なうかどうか。

計算機によるシミュレーションを行なうにしても具体的な観測データが無ければ所詮仮定データをインプットした日本型モデルの延長にすぎない結果となるおそれがある。

幸い長、短専門家、あるいは在日本の技術者の中には優秀なシミュレーション技術者も居り、また中国側のレベルも相当高いと考えられるので、有効に活躍していただく為にも、ぜひJICAに御願いし、必要データが得られるような施設を長期専門家と討議の上、手当てをしていただきたい。

(4) 水質、土性の把握

もともと低湿地の場合のかんがいによるアルカリ害はあまり問題にならないものと思われるが（その道の専門家によるとあるいは間違っているのかも知れないが）反復利用をする場合水、土壌のPH管理、肥料成分のバランス管理を充分に行なう必要がある。

中国側の化学研究のレベルは相当高いものと推察されるので、充分の協力態勢を組むことをのぞむ。

(5) 「助けっ人援助」では無く自力発展のための援助をさせるための態勢への配慮

三江平原の場合、専門家が自分たちのみで仕事をしてカウンターパートは高見の見物というような事（いわゆる助けっ人援助）は起こっていないと思われるが、技術援助ということはあくまで技術移転であり、技術協力であって、単に「工事を御手伝いした」ということではないと考える。

そこで、単に工法、技術を教えるだけではなく、基礎としての研究を共同で展開してゆく態勢を備えなければならないと考える。

#### 4. 感 想

現地の状況を見て甚だ感覚的であるが、あと2ヶ年で完結するかどうか心配であった。

これは滞在する専門家やJICA職員のせいではなく、何をするにも一呼吸間を置かないと事が運ばない交通システムや輸送システムも一つの大きな要因であり、日本では経験したことのない超緩勾配低平地における資料が少ないことであろう。

現地の中国側中堅層は優秀な人材が多く、やる人は実にテキパキとやってくれるので、それらの人々の組織化が大切であると思われた。

余談であるが、現地視察中民家のあるところでは例えばテレビアンテナの形状等も観察した。その結果メーカー品ではなく、地元の電気屋の手造りらしいものが実に多様にあり、複合共振型を考えた実に巧妙なものまであった。これは供給器材の保守技術レベルが現地で行なえるかどうかを知る上で参考になる。不便であるが故に日本と異なり自分で何でも修理再生している様子が何に限らず見受けられた。

供与機材の保守について上記のことを中国側に話をしたところ、保守担当の人材は確保しており信頼が置けるとの事であったが、保守部品の入手難を訴えていた。JICA本部におかれましても何分の配慮を御願ひする次第である。

#### 5. 謝 辞

短期間ではあったが久保リーダーをはじめ水之江サブリーダー、根岸専門家には直接色々と御世話になり、他の諸専門家の方々、JICA職員の方々には直接間接に大変御世話になった。又、日本大使館の方々には滞在中の種々の配慮を賜った事と思いますので深く感謝致します。

中国側の皆様には直接の調査研究に対する協力のほか、生活面においても言語不自由な環境の中で献身的な御配慮を賜わった事に対し深く感謝致します。

以上の結果として、滞在中、体調ひとつこわす事なく、無事帰国できます事を深謝致します。

三江平原事業の完成と永遠の日中友好を心から念願致します。