

4. 試験結果の要約

安城試験地において、田畑輪換処理が土壌の理化学性に及ぼす影響と作物生育・収量の関係を中心に調査した。

得られた結果を要約すると、下記のとおりである。

- 1) 水稲の収量は、窒素施肥量が増加するほど、増収傾向を示した。水稲連作区に比べ、2年輪換区では各窒素レベルとも増収し、特に、ばれいしょ・白菜跡輪換での増収効果が大きく、平均28%の増収を示した。
- 2) 春ばれいしょ及び秋白菜の収量は、畑転換区が毎年輪換区より高かったが、大豆の収量は、逆に、毎年輪換区で高い傾向が認められた。
- 3) 湛水培養土壌の窒素無機化量は、水稲連作区に比べ、ばれいしょ・白菜跡輪換区では明らかに増大したが、大豆跡輪換区の窒素無機化量は、むしろ減少した。しかし、輪換田では作土の土壌が締まり、仮比重が増し、作土深も幾分深くなっているため、圃場面積当たりに換算した無機態窒素生成量は、大豆跡輪換区でも水稲連作区とほぼ同量に近いと考えられた。
- 4) 畑状態で生成する土壌の窒素無機化量は、ばれいしょ・白菜跡輪換区では、毎年輪換区<畑転換区となったが、大豆跡輪換区では、逆に毎年輪換区>畑転換区となった。これらの傾向は、畑作物の生育・収量と深い関連があると考えられる。
- 5) 土壌の全窒素・全炭素含量は、水稲連作区に比べ、輪換区で低下の傾向が認められ、特に、大豆跡輪換区の低下が大きかった。
- 6) 水稲の養分吸収量は、水稲連作区に比べ、2年輪換区では各要素とも増大したが、ばれいしょ・白菜跡輪換区の吸収が多かった。要素間では、ばれいしょ・白菜跡輪換区で苦土・加里の吸収が、大豆跡輪換区で珪酸の吸収量が、特に多い傾向が認められた。水稲の養分含有率も、全般に2年輪換区で高いが、石灰の含有率は輪換区で低い傾向が認められた。
- 7) 水田に湛水後、土壌の酸化還元電位 (Eh) は、経時的に低下したが、水稲連作区では早い時期から低下し、2年輪換区では電位の低下が後期にずれ、低下の程度も小さかった。特に、ばれいしょ・白菜跡輪換区でその傾向が強かった。土壌中の二価鉄は Eh の変動と対応していたが、二価マンガンは必ずしも一定の傾向はみられなかった。
- 8) 輪換区の代かき用水量は、水稲連作区に比べ31%増大した。移植後の減水深は平均7.3 mm/day であり、水稲連作区より増大した。しかし、数値としては小さく、用水量過大の問題は認められない。
- 9) 作物栽培期間中に経時的に測定した圃場の地下水位は比較的低く、輪換畑では大雨を

除き、ほとんど1 m以下で推移した。しかし、7月の豪雨後には、耕盤上に停滞水が比較的長く認められた。

10) 輪換畑作土の土壤水分は、大豆栽培区では、毎年輪換区の含水比が転換区（3年畑連作）より、常に高く経過した。しかし、ばれいしょ及び白菜栽培の場合は、輪換処理間に大きな差異は認められなかった。

11) 輪換畑土壌の碎土率は、輪換処理間では、毎年輪換区<畑転換区、作付処理間では、ばれいしょ・白菜跡>大豆跡となったが、その差異は小さかった。1.9cm以下の土塊割合は、全て85%以上であり、この圃場では、畑転換に際しての碎土性は問題ないと判断した。

12) 輪換畑において土壌畑地化の指標となる湿潤土壌の水中沈定容積は、輪換畑で減少し、畑期間が長くなると、その減少が大きかった。逆に、水田に復元した輪換田では、その値が高くなり、水田土壌への戻りがうかがわれた。アッターベルグ限界は畑転換によって大きな変化は認められないが、畑期間の長い畑転換区の液性限界は幾分低下した。

13) 作土の三相分布・仮比重は、2年輪換区は水稻連作区に比べ、固相率・仮比重が増大し、土壌の縮まり現象が認められた。また、輪換畑の下層土では、畑期間が長くなるほど、土壌硬度・耐水性団粒率が増加する傾向を認めた。

2. 短期派遣専門家帰国報告

(1) 岡崎紘一郎専門家

報告者：四国農業試験場 岡崎紘一郎

派遣先：大韓民国 農村振興庁 農業機械化研究所

業務：農業機械に係る技術指導

期間：1991年7月3日～8月1日 (30日間)

| 月 日 | 実 施 内 容 |
|---------|------------------------------------|
| 7月3日(水) | 入国 NH907便、大久保リーダーほか出迎え、日本大使館挨拶、水原着 |
| 4日(木) | 農村振興庁趙試験局長挨拶、農業機械化研究所李所長ほか挨拶 |
| 5日(金) | 日程協議、所内施設見学 |
| 6日(土) | 事業協議 (サブソイラー試験方法打合せ) |
| 7日(日) | |
| 8日(月) | 事業協議 (サブソイラー試験方法打合せ) |
| 9日(火) | サブソイラー試験準備 (圃場踏査) |
| 10日(水) | セミナー「畑作及び輪換畑の機械化の現状と課題」 |
| 11日(木) | 昌原へ移動、野菜栽培農家見学 |
| 12日(金) | 昌寧へ移動、農業機械学会シンポジウム参席 |
| 13日(土) | 大邱へ移動、大同興業(株)農機製造工場見学、水原へ帰着 |
| 14日(日) | |
| 15日(月) | サブソイラー試験準備 (所用動力測定用計測器準備) |
| 16日(火) | セミナー「園芸作の機械化の現状と課題」 |
| 17日(水) | 休日 (制憲節)、ソウル市内史跡見学 |
| 18日(木) | サブソイラー試験準備 (作業機調整) |
| 19日(金) | サブソイラー試験準備 (測定器調整) |
| 20日(土) | 事業協議 |
| 21日(日) | |
| 22日(月) | 密陽へ移動、嶺南作物試験場施設及び輪換地現地圃場調査 |
| 23日(火) | 慶州へ移動、慶州史跡見学、沃川へ移動 |
| 24日(水) | 国際総合機械(株)農機製造工場見学、水原へ帰着 |
| 25日(木) | サブソイラー試験準備 |
| 26日(金) | サブソイラー機体振動測定 |
| 27日(土) | サブソイラー機体振動データ解析 |
| 28日(日) | |
| 29日(月) | サブソイラー圃場試験 |
| 30日(火) | サブソイラー圃場試験データ解析 |
| 31日(水) | サブソイラー試験成績とりまとめ、試験局長ほか挨拶 |
| 8月1日(木) | 出国 NH908便 |

田畑輪換圃場における効率的耕盤管理技術

1. はじめに

韓国では農耕地の64%に相当する135万 ha が水田であり、水田農業は基幹となっている。緑色革命成就といわれる1977年に米の自給が達成されて以来、米の生産量は着実に増加している。日本のような水稲作の積極的な減反政策はとられていないが、水田を田畑輪換して畑作物や野菜を作付けして高度利用を図ることが緊急に必要となっている。このためには、排水対策を含めた効率的な耕盤管理対策が重要である。

韓国の水田の耕起作業は日本でのロータリ耕主体と異なってプラウ耕が主体である。このため水田使用による耕盤は日本のそれよりやや深く、歩行型トラクタ使用では13~15cmの深さに、乗用型トラクタ使用では約20cmの深さに存在している。水田の耕地整理が行われている面積割合は約45%であるが、基盤整備は区画の拡大整理と用水路の整備が主体であり、排水路は整備されていない。これは韓国の水田は排水改良を必要とする湿田は約4%と少なく、粘質土壌の割合も約8%と少ないためであり、田畑輪換を行うことが比較的容易な土壌が多いことによる（1989年度長谷川周一専門家帰国報告）。

水田を高度利用して水稲以外の作物の導入を図るには耕盤を破碎して排水性を高め、畑作物の根の伸長が阻害されない土壌硬度以下になるようにしなければならない。この手段として振動型サブソイラーの施用効果を検討した。

2. 振動型サブソイラーの作業特性

1) 試験方法

- (1) 供試機械：振動型サブソイラー(M式S-27B型、トラクタ後装1連式)、機体概略図を図1に、主要諸言を表1に示した。
- (2) 供試圃場：麦類研究所試験圃場の小麦収穫跡地、土性はSiL
- (3) 使用トラクタ：T物産社製TS-3840型、2輪駆動、38PS
- (4) 試験区：以下の組み合わせによる処理
 - ① ナイフ振動数：無振動、400、540cpm
 - ② 作用深度：25、35、40cm
 - ③ 走行速度：0.4、0.6、0.8m/s
- (5) 調査項目及び方法：土壌硬度(コーン貫入抵抗、大起製SPAD)、土壌三相(実容積法、100ccサンプラー)、トラクタ車輪すべり率、処理後土壌断面

2) 試験結果

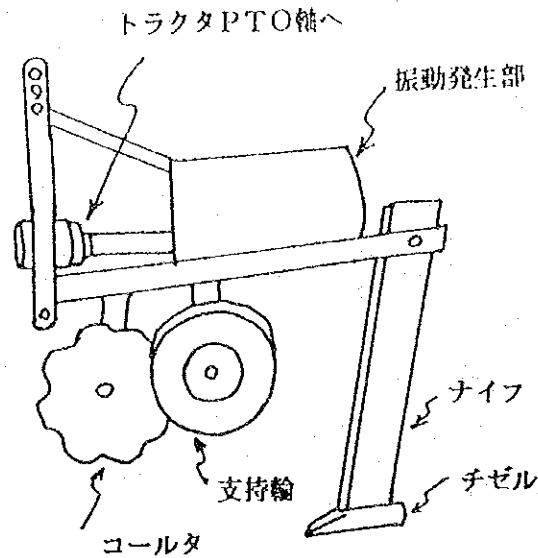


図1 振動型サブソイラーの機体概略図

表1 振動型サブソイラーの主要諸元

| | |
|----------------|------------------|
| 形 式 | 松山 S-27B |
| 全 長 (mm) | 1,399 |
| 全 幅 (mm) | 952 |
| 全 高 (mm) | 1,446 |
| 重 量 (kg) | 128 |
| 作業速度 (km/h) | 2.5~6.0 |
| 作業深さ (mm) | 250~500 (標準400) |
| 適応馬力 (PS) | 16~30 |
| P T O回転数 (rpm) | 500~800 |
| 駆動方式 | ロッドエンドタイプ |
| ナイフ振動数 | P T O 1回転1振動 |
| 振 幅 (mm) | 32 (深さ400時) |
| モールド直径 (mm) | 80 |
| コールド | 花形、14インチ径 |
| 装着方法 | 3点リンクJ I S O (大) |
| 耕深調節 | ナイフ及びゲージ輪上下 |

供試土壌条件の円錐貫入抵抗を図2に、土壌条件を表2に示した。土壌水分は乾量基準で約30%と液性限界に近い高水分であり、サブソイラー施用に不適な条件であった。10~15cm以下の深さに15kg/cm²以下の硬い層が存在しており、この層は気相率3%、仮比重1.5と緻密であった。

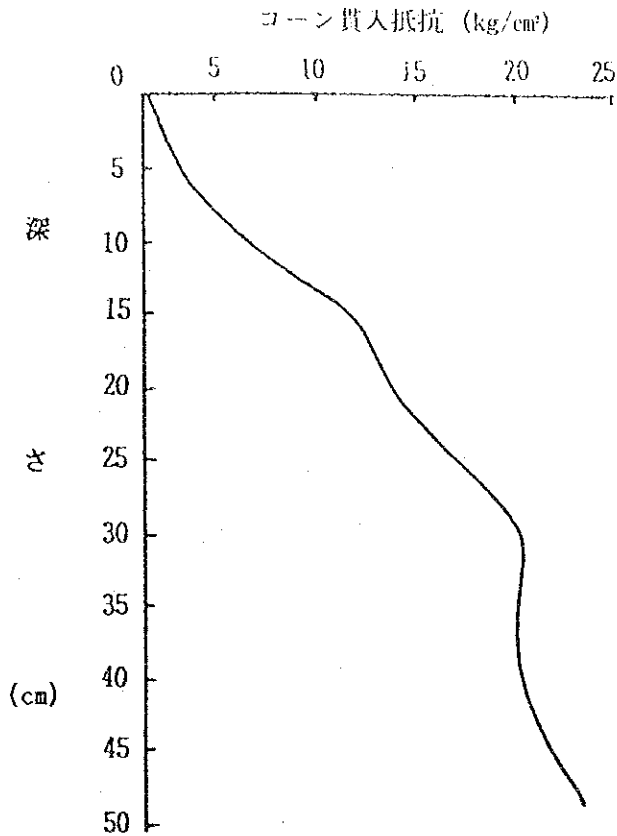


図2 供試土壌の土壌硬度 (5地点の平均)

表2 供試土壌条件

| 深さ | 土壌含水比 | 仮比重 | 固相率 | 液相率 | 気相率 | 孔隙率 |
|----|-------|------|------|------|------|------|
| cm | % | g/cc | % | % | % | % |
| 5 | 32.3 | 1.24 | 46.6 | 39.8 | 13.6 | 53.4 |
| 15 | 30.2 | 1.30 | 49.1 | 39.3 | 11.6 | 50.9 |
| 25 | 25.1 | 1.55 | 58.6 | 38.9 | 2.5 | 41.4 |
| 35 | 31.5 | 1.42 | 53.4 | 44.6 | 1.9 | 46.5 |
| 45 | 31.2 | 1.40 | 52.9 | 43.7 | 3.4 | 47.2 |

振動型サブソイラー施用により、処理後の土壌破碎状況は図3に示したように、深さ25~47cm、上幅51~78cmの扇形状の範囲の土壌が破碎された。チゼルが通過した跡に直径約10cmの空洞ができ、上方及び斜め上方に多数の亀裂を生じた。土壌の破碎領域は施用深さが大きいほど、振動数が大きいほど大きくなった。

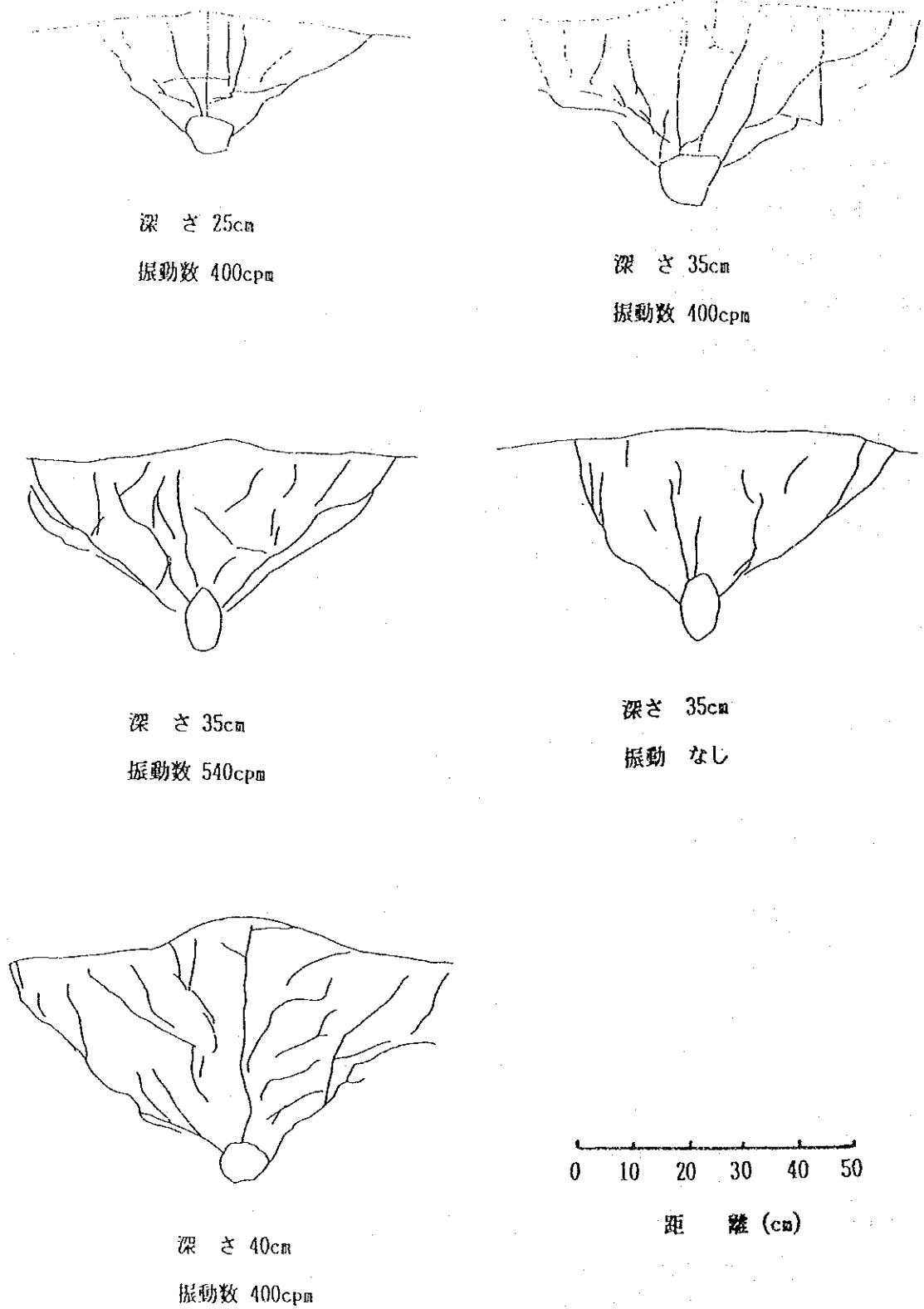


図3 振動型サブソイラー施用後の土壌破碎断面

処理後の土壌硬度の一例は図4に示したように、チゼルの走行した跡は40cmの深さまで著しく膨軟になり、側方部は亀裂の入った部分に対応して上方に扇形の部分の土壌硬度が著しく小さくなり膨軟となった。

トラクタ車輪のすべり率は施用深さが深くなるほど大きくなり、深さ25cm施用で7.6%、40cmで53.5%であり、深さ35cmの施用ではトラクタ走行に支障のない20%以下であった。供試土壌は水分が高く、トラクタ走行に不適な条件下であり、これにもかかわらずこのようにすべり率が小さかったのは、トラクタのけん引動力に十分に余裕があることを示した。

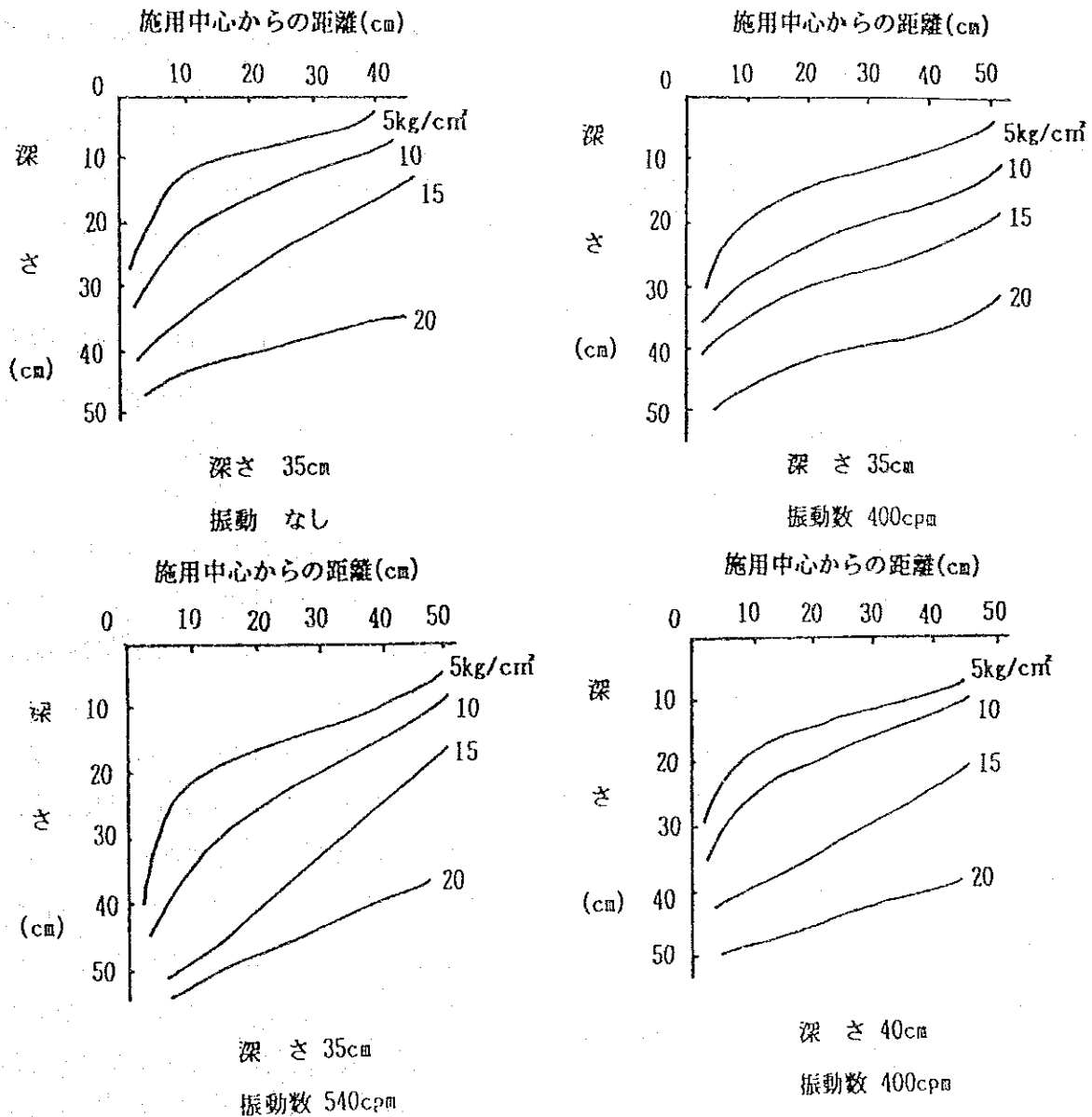


図4 振動型サブソイラー処理後の土壌硬度分布

3) 考 察

日本では水田利用再編対策のため1979年以来、転換畑及び輪換畑作技術の確立研究が精力的に取り組まれており、水田転換畑に畑作物を導入するには地下水位を40cm以下に、土壤中の気相率は25%以上が必要であるとされ、これを実現するために、暗渠等の排水手段の施工基準が示されている。さらに、営農レベルでの排水対策として弾丸暗渠やサブソイラー等による心土破碎処理が有効であるとされている。

中司啓二²⁾は田畑輪換圃場の望ましい耕盤管理として、水田への復元時に漏水や田植機の作業能率・精度を低下させないため、深耕ロータリによる全面深耕処理よりはトレンチャーによる部分破碎が畑作時の排水促進と乾燥時の水分供給や根域拡大からも効果が高いことを認めている。

韓国においても、李 英烈³⁾らは深土を破碎するためのサブソイラーのチゼルの形状を検討し、円形刃より矩形刃のほうが土壌の破碎範囲が広く、40cmの深さで1.6m間隔で施用すると10a当たり22分と能率が高く、プラウによる深耕処理に比べてサブソイラー処理のほうが有利であることを明らかにした。

尹 真河⁴⁾はサブソイラーの所要動力特性について、チゼル先端のタインの幅が60cmで、角度21度が最適であることを明らかにし、50cmの深さの施用で2,000~2,800cm²の断面の土壌が破壊され、土壌物理性の改善効果が高いことを認めた。

手塚右門⁵⁾及び遠藤俊三⁶⁾は心土破碎機の刃を振動させることにより、全所要動力が20~40%軽減し、膨土断面積が大きいことを明らかにしている。

岡 庚範⁷⁾らはサブソイラーの深土破碎効果を調べ、土壌断面の破碎範囲が広いほど玄米収量が増加することを明らかにし、30cm以上の深さで0.8m間隔で施用すれば対象土壌断面の60%以上が破碎されることを認めた。

一方、金 鯉烈⁸⁾らは山野開発土壌の土壌改良のため、サブソイラーで50cmの深さの土を破碎処理した後に、改良資材投入による科学的改良や敷草マルチ処理を組み合わせることにより、大豆、メイズ、麦などの畑作物の収量が慣行区に比べて2倍に達することを確認した。

以上のように、水田を田畑輪換圃場として高度利用を図るために、排水性を高め深土を破碎し、水田復元時の支障をなくし、営農レベルで施用できる点からサブソイラーによる耕盤破碎が有効である。今回供試した振動型サブソイラーはトラクタのPTO軸動力でナイフを前後に振動させることにより土壌の破碎効果を高め、けん引所要動力を軽減して小さいトラクタで40cmの深さまでの土を破碎し、排水性向上と土層破碎に効果が大きかった。韓国の水田は下層は透水性の高い土壌が多いため、振動型サブソイラーを作付け前に施用することにより、田畑輪換利用に有効であるといえる。サブソイラーの施用間隔は狭いほどよいが、狭いほど能率が低

下するので作物の播種条と合わせて施用するのがよく、70～100cm間隔となる。70cm間隔で施用すれば10 a 当たりの作業所要時間は約40分である。

3. 田畑輪換圃場の耕盤管理

水田を輪換して畑作物を栽培するには排水性向上と作物根の伸長を阻害しない土壤硬度以下へ耕盤を破碎することが必要である。この手段として振動型サブソイラーはナイフを振動させることによりけん引抵抗を軽減することができ、20PS級の小さいトラクタで40cmの深さまでの土を破碎し、排水性向上と土層破碎の両方に効果が大きかった。韓国の水田は下層は透水性の高い土壤が多いため、振動型サブソイラーを作付け前に施用することにより田畑輪換利用に有効とみられた。

さらに、より効果的な耕盤破碎手段として2本の屈曲ブレードとチゼル付き直刃を高速振動させる振動式全層破碎機の使用がある。これは40cmの深さまでの土を反転しないで土塊状に全面にわたって破碎するので、田畑輪換により効果的とみられる。

4. おわりに

韓国の農業関係の試験研究機関は一部を除いて中央に集中しており、研究レベルは高いとみられるが、地方組織が弱いやに思われるので、地域農業への対応が十分であるか懸念される。

韓国の農業事情は、日本、特に西日本の小規模で多様な農業と類似しており、問題点も似ている点が多いので、今後の発展方向を相互に連携をとりながら検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 遠藤俊三(1963)：振動式心土破碎機に関する研究、第3報、農機誌25(2)、76～82
- 2) 金 鯉烈(1981)：野山開発土壤の総合改良確認試験、農業技術研究所研究報告
- 3) 李 英烈ほか(1982)：深土破碎機改良製作試験、農村振興庁研究報告24、1～8
- 4) 関 庚範ほか(1982)：深土破碎機作業基準試験、農業技術研究所研究報告
- 5) 中司啓二(1990)：部分破碎による輪換畑の耕盤管理技術、水田農業技術情報シリーズNo.67
- 6) 手塚右門ほか(1962)：振動式心土破碎機に関する研究、第1報、第2報、農機誌24(1)、21～42、24(2)、49～52
- 7) 尹 真河(1988)：深土破碎機の形状が牽引性能と土壤物理性に及ぼす影響、忠北大学修士論文

(2) 皆川 望 専門家

報告者：農業環境技術研究所 皆川 望

派遣先：農村振興庁農業技術研究所

業務：線虫の生態・防除に係る技術指導

期間：1991年9月10日～10月31日（52日間）

内容：別紙のとおり

| 月 日 | 実 施 内 容 |
|----------|------------------------------------|
| 9月10日(火) | 来韓（D J 2 5 1 便）大使館挨拶 |
| 11日(水) | 農業技術研究所内挨拶、農村振興庁試験局長表敬、試験内容及び日程打合せ |
| 12日(木) | 作物試験場圃場調査 |
| 13日(金) | 91年度韓日農業共同研究事業中間評価会出席 |
| 14日(土) | 作試採取線虫同定・計数 |
| 15日(日) | 休日 |
| 16日(月) | 作試採取線虫計数 |
| 17日(火) | 五台山採取土壌線虫分離、線虫標本作成指導 |
| 18日(水) | 五台山採取土壌線虫分離、線虫標本作成指導 |
| 19日(木) | 五台山採取土壌線虫同定 |
| 20日(金) | 五台山採取土壌線虫同定 |
| 21日(土) | 休日 |
| 22日(日) | 休日 |
| 23日(月) | 休日 |
| 24日(火) | 田畑輪換地試験圃場線虫調査（安城） |
| 25日(水) | 湖南地方施設園芸地及び畑作圃場線虫調査 湖南作物試験場訪問 |
| 26日(木) | 湖南地方施設園芸地及び畑作圃場線虫調査 全羅南道農村振興院訪問 |
| 27日(金) | 湖南地方施設園芸地及び畑作圃場線虫調査 |
| 28日(土) | セミナー準備 |
| 29日(日) | 休日 |
| 30日(月) | 田畑輪換地試験圃場線虫同定・計数、湖南地方採取土壌線虫分離 |
| 10月1日(火) | 田畑輪換地試験圃場線虫同定・計数、湖南地方採取土壌線虫分離 |
| 2日(水) | 田畑輪換地試験圃場線虫同定・計数、湖南地方採取土壌線虫分離 |
| 3日(木) | 休日 |

| 月 日 | 実 施 内 容 |
|----------|--|
| 10月4日(金) | セミナー準備 |
| 5日(土) | セミナー「日本における農業研究の今後の方向」 |
| 6日(日) | 休日 |
| 7日(月) | 江原道線虫調査(高嶺地試験場訪問) |
| 8日(火) | 江原道線虫調査 |
| 9日(水) | 江原道線虫調査(江原道農村振興院訪問) |
| 10日(木) | 江原道採取土壌線虫分離、線虫同定指導 |
| 11日(金) | 江原道採取土壌線虫分離、線虫同定指導 |
| 12日(土) | セミナー準備 |
| 13日(日) | 休日 |
| 14日(月) | 嶺南地方線虫調査(慶北大、慶尚北道農村振興院訪問) |
| 15日(火) | 嶺南地方線虫調査 |
| 16日(水) | 嶺南地方線虫調査(慶尚大、南部林業試験場訪問) |
| 17日(木) | 嶺南地方線虫調査 |
| 18日(金) | セミナー準備 |
| 19日(土) | 応用昆虫学会秋季大会出席、特例セミナー「日本における線虫研究の歴史と現状」 |
| 20日(日) | 休日 |
| 21日(月) | 嶺南地方採取土壌線虫分離、湖南地方検出線虫同定・計数 |
| 22日(火) | 嶺南地方採取土壌線虫分離、江原道検出線虫同定・計数 |
| 23日(水) | 線虫同定指導、嶺南地方検出線虫同定・計数 |
| 24日(木) | 線虫同定指導、嶺南地方検出線虫同定・計数 |
| 25日(金) | データ整理 |
| 26日(土) | 報告書作成 |
| 27日(日) | 休日 |
| 28日(月) | 報告書作成 |
| 29日(火) | 報告書作成、線虫同定指導・農業技術研究所・農村振興庁帰国挨拶 |
| 30日(水) | 線虫同定指導、セミナー(調査結果報告)「韓国における植物寄生性線虫の生態と防除」 |
| 31日(木) | 帰国(JL-9.52便) |

1. はじめに

日本において線虫被害が特に顕在化した地域及び時期としては、①慣行作付体系が存在しない地域（北海道）あるいは慣行作付体系を知らずに農業生産が行われた地域（旧満州）、②作付体系が変化した時期（1940年前半）、③農業従事者が変化した時期（1940年代）、④新しい作物及び品種が普及した時期（1920年代、1940年代等）、⑤新しい生産技術及び生産資材が普及した時期（1950年代）等が挙げられる。これらが契機となって日本における線虫研究が強化されていった。また、1950年代における農業政策の転換、すなわち米を中心とした農業から、畑作、園芸、畜産等への選択的拡大のなかで、日本の線虫研究が本格的に発展していった。

韓国にあっても、緑色革命成就に伴う米自給達成を受けて、今後、農業生産においても農業研究においても米を中心としたものから、米とともに畑作物、野菜、果樹、花等水田作物以外のものの重要性が従米にもまして大きくなるものと予想される。

畑地及びビニルハウス等の施設栽培においては、水田では問題とならなかった連作障害がしばしば大きな問題となる。この原因としては、土壌病害が最も大きく、次いで線虫害であるといわれている。これら連作障害の原因となる生物の除去はほとんど不可能といってよく、このため、生産現場では土壌病原菌及び植物寄生性線虫の存在する環境で、いかに被害を回避していくかが技術的に重要な課題となっている。現在、これらに対して韓国・日本ともに殺菌剤・殺線虫剤に依存した対策がとられている。しかし、環境問題、生産コスト等を考えると、より安全で安価な対策技術の開発が強く望まれている。

今回、わずか50日ほどの韓国滞在であったが、この間にいくつかの興味ある事例を見ることができた。これらの原因の解明による新しい線虫対策技術の開発を期待するとともに、今回の私の調査が韓国の線虫研究の一助となるならば幸甚である。

2. 材料及び方法

1) 土壌サンプル採取

調査対象の圃場及びビニルハウスからの土壌サンプルの採取に当たっては、圃場及びハウスの5～10か所から地表面の土壌を取り去った後、深さ5～15cmの層の土壌を移植ごてを用いて1～3ℓを採取し、ビニル袋に入れて実験室に持ち帰った。

2) 線虫分離

実験室に持ち帰った土壌は農業技術研究所線虫室の常法であるふるい分けベルマン法を用いて次の手順によって処理し、線虫を分離した。

- ① ビニル袋中で土壌サンプルをよく攪拌した後、300mlを取り分けて直径30cm、深さ10cmのプラスチック製ボールの中に置いた18メッシュ（開口1mm）のふるいの上に移す。

- ② ふるい上の土壌サンプルの上から土壌を砕きながらボールの容量の半分ほどになるまで水道水を加え、粗大有機物及び礫を取り除く。
- ③ ボール中の土壌懸濁液は20～30秒静置し、粗大土壌粒子を沈下させた後、上澄みを徐々に100メッシュ(開口0.147mm)のふるい上に注ぐ。この際、100メッシュのふるいの下に325メッシュ(開口0.043mm)のふるいを重ねて置き、100メッシュのふるい目を通った土壌懸濁液は325メッシュのふるいで受ける。
- ④ 325メッシュのふるいを通った土壌懸濁液は捨て、100メッシュ及び325メッシュのふるい上に残った線虫を含む少量の土壌粒子は、洗浄瓶を用いてふるいの片隅に集める。
- ⑤ 集められた土壌に洗浄瓶から少量を注ぎ、線虫及び微細な有機物を含む上澄みをふるいを傾けて、10ccのピッカーに移す。この操作を2～3回繰り返す。
- ⑥ 下部のゴム管をピンチコックで止めたベルマンロート(直径9cm)に水を少量注ぎ、水漏れのないことを確認する。
- ⑦ ロート上に直径5cmの目皿を置き、この上にフィルターとして薄手のティシュペーパーを載せ、ティシュペーパー上に⑤でピッカー中に集めた線虫を含む水を注ぐ。
- ⑧ ロート中の水位が目皿に達しない場合は、水道水を加えた後、室温(15～20℃)または25℃恒温(嶺南地方採取サンプル)下に24時間置き、フィルターを通った線虫をロート内に遊出させる。
- ⑨ 24時間経過後、ロート下部のゴム管に取り付けたピンチコックを開いて、ロート内に遊出した線虫を10ccの遠沈管が一杯になるまでロート内の水とともに集める。

3) 線虫の同定及び計数

10ccの遠沈管に水とともに集められた線虫は、数時間ないし一晚静置し、遠沈管の底部に沈下させる。駒込ピペットを用いて遠沈管の上部の水を捨て、底部の線虫を少量の水とともに縦20横50のメッシュ(1mm目)の印刷されたプランクトン計数スライド上に移す。

線虫は、生きた状態あるいは65℃30秒の熱処理後、F.G. 4 : 1 固定液で固定したものを生物顕微鏡を用いて40～80倍率で同定及び計数を行った。線虫の同定は、植物寄生性線虫については科または属まで、自活性(Free living)線虫については原則として目までとした。計数は、分離された線虫の全数、あるいは2分の1ないし5分の1を調査し、全数調査でない場合は、計数個体数の2倍ないし5倍を全体の推定値とした。なお、五台山の森林土壌から分離された線虫については、線虫相のみを調査し、計数は行っていない。

3. 結果及び考察

1) 作物試験場圃場(第1表)

ダイズ、インゲン、リョクトウ、アワ及びハトムギの5種作物の圃場並びにダイズ及びサツマイモ圃場周囲の雑草地を調査した。

ダイズ圃場においては、ダイズシストセンチュウ発生時に見られる大きなパッチ状の黄変が見られたが、本種は検出されなかった。しかし、イシユクセンチュウ(Belonolaimidae 科、Tylenchorhynchus 属と見られるが属及び種名は未同定)が土壌300ml当たり720頭検出された。ダイズの黄変にこの線虫が関与しているかどうかは不明であり、接種試験による確認が望まれる。この線虫は数の多少はあるものの、調査した全サンプルから検出された。

シストセンチュウ属(Heterodera)の幼虫は、ハトムギ圃場の土壌から検出されたが、密度は低く、ハトムギを寄生とする種とは考えにくい。種名の同定が必要である。

ネグサレセンチュウ属(Pratylenchus)は、アワ及びハトムギ圃場から検出された。種名については、同定作業中である。

作物栽培圃場周囲の土壌線虫相を比較すると、自活性線虫のうち、糸状菌を餌とするAphelenchus 属、Aphelenchoididae 科及びTylenchidae 科並びに細菌を餌とするRhabditida 目が圃場周囲で密度の高い傾向にあった。このことは、圃場に比べ圃場周囲の土壌に菌類の増殖に必要な有機物が多く含まれているためと推察される。また、膨軟な土壌を好むラセンセンチュウ属(Helicotylenchus)の密度が圃場周囲で高いのは、圃場内に比べ圃場周囲の土壌の孔隙率が高い可能性が示唆されていると考えられる。

2) 安城田畑輪換試験圃場(第2表)

植物寄生性線虫は、ミモグリセンチュウ属(Hirschmanniella)が1サンプル(畑転換のハクサイ)を除き全サンプルから検出された。これは、日本及び韓国の水田から記録のある同属の2種のうち、体長が大きいことからイマムラネモグリセンチュウ(H.imamura)と推定される。本種は水稻及びイネ科雑草の根に寄生するが、ダイズ及びハクサイに寄生しない。

この試験圃場では他の植物寄生性線虫としてラセンセンチュウ属(Helicotylenchus)が畑転換のダイズの1サンプルから検出されたが、密度は極めて低い。日本において転換畑で問題となるネコブセンチュウ、シストセンチュウ及びネグサレセンチュウは検出されなかった。日本における調査によると、これら線虫は畦畔に生息する場合、土壌または水とともに畑に侵入する。また、農機具及び履物に付着して他所から持ち込まれることもある。多くの場合、畑に侵入した当年の線虫密度は低く、2年目には密度は高くなるが、顕著な被害は見られないものの、3年目にはダイズ等に被害を与える。ネコブセンチュウでは2年目から被害が見られることもある。

この試験圃場においては、周囲に侵入源となる線虫が存在しないと考えられるが、日本でも畑転換のダイズに発生するラセンセンチュウ、Tylenchidae 科線虫についても検出頻度及び検

出密度が低く抑えられているのは興味ある事実である。地下水位が高く、圃場の土壌が湿潤であることも原因として考えられる。

また、食細菌性の Rhabditida 目線虫はダイズ栽培区で多く、ハクサイ栽培区で少ない傾向にあった。さらに、水田及び田畑輪換試験区では、Rhabditida 目をはじめとする自活性線虫の検出数が畑作物栽培区に比較して著しく少なかった。

3) 湖南地方の圃場及びハウス(湖南作物試験場・全南振興院)(第3表)

湖南作物試験場においては、ソルガム圃場の土壌から多数のネグサレセンチュウ属(Pratylenchus)が検出された。しかし、同一圃場から採取した他のサンプルからは1頭も検出されていない。これは、他線虫の検出数から見て土壌サンプルからの線虫分離時の操作ミスとは考えにくく、サンプルを同一圃場の異なった場所で採取したためと判断される。つまり、本種線虫は圃場内で非常に偏った分布をしていると考えられる。

また、ネコブセンチュウ属(Meloidogyne)の第2期幼虫がソルガム圃場から、シストセンチュウ科(Heteroderidae)の第2期幼虫がダイズ圃場から検出された。これらの検出数はいずれも少数であり、ソルガム及びダイズに寄生して増殖する種類とは考えられない。ラッカセイ、ゴマ及びトマトからは有害線虫は検出されなかった。

全南振興院においては、ビニルハウス内のバレイショ及び屋外の薬草の線虫を調査した。バレイショからは有害線虫としてごく少数のネグサレセンチュウ属のみが検出された。薬草からは多数のネコブセンチュウ属の第2期幼虫及び雄成虫が検出された。しかし、収量、品質等の被害については不明である。ラセンセンチュウ属も多数検出されたが、本線虫は根の表皮及び柔組織を加害するのみで、植物の生長に大きく関わる生長点及び中心柱を加害しないことから、一般的に植物の生育に与える影響は小さい。

4) 湖南地方のハウス(順天・求礼)(第4表)

順天及び求礼において花卉、バナナ及びキュウリを栽培しているビニルハウスの線虫調査を行った。湖南地方においては、線虫防除のため殺虫剤モキャップが多く使われており、全般に有害線虫は検出されないハウスが多く、検出されてもごく低い密度であった。なお、この薬剤は急性毒性が高いため、日本においては使用は許可されていない。

順天においては、バナナ栽培ハウスの土壌からネグサレセンチュウ属及びネコブセンチュウ属の第2期幼虫が検出された。また、ユリからネグサレセンチュウ、ガーベラからネコブセンチュウが検出された。これら線虫はそれぞれの作物に被害をもたらす有害線虫であるが、いずれも線虫の密度は低く、有効な防除が行われていると判断される。しかし、バラ栽培ハウスから採取した1サンプルからネグサレセンチュウ属が168頭検出された。外見からは特に生育不良は認められなかったことから成苗に対しては線虫による被害は比較的小さい可能性もあるが、

改植等のため幼苗を栽培した場合には線虫の寄生によって生育が抑えられると予想されるため今後、防除が必要と考えられる。なお、同一ハウスから採取した他のサンプルからはネコブセンチュウ属は検出されなかった。これは湖南作物試験場のソルガム圃場と同じく本線虫がハウス内に均一に発生しているのではなく、分布に偏りがあるためと考えられる。

求礼において調査したキュウリ、カーベラ、Gypsophia 及びカーネーション栽培ハウスからは有害線虫は検出されなかった。

5) 嶺南地方のハウス及び圃場 (第5表)

南旨において11棟のキュウリ栽培ビニルハウスを調査した。これらのハウスでは9月にキュウリ苗を定植し10月から12月まで収穫、1月にはトウガラシ苗を定植し、5月まで青取りトウガラシを収穫、6月から8月は休閑という作付体系を行っている。ネコブセンチュウが発生しているため、殺線虫剤のテロンを休閑期間中に数年に1回施行している。

これらハウスでは、土壌サンプル採取時の肉眼観察ではキュウリの細根あるいは太根にネコブセンチュウの寄生によって生じたゴール(gall)を多数認めた。しかし、採取した11サンプルのうち、ネコブセンチュウが検出されたのはわずか3サンプルで、しかもこの内の1サンプルからわずか4頭の第2期幼虫が検出されたにすぎない。調査時期がキュウリ苗の定植の約1か月半後であり、定植時に土壌中に生息していたネコブセンチュウ幼虫の一部(5~10%程度か?)がキュウリ苗に侵入・寄生し、根に侵入した幼虫が生長して雌成虫となって産卵し、この卵から次世代の幼虫が孵化する以前に当たり、根に侵入した幼虫を除く土壌中に残った幼虫は死亡していた時に当たると推定される。しかし、日本における調査例では、このような時期にも土壌中で生き残った第2期幼虫がわずかではあるが検出されるのが通例である。

キュウリの栽培期間と根の見られるゴールの状況からすると、キュウリの栽培中にネコブセンチュウは2世代を経過し、次のトウガラシ苗の定植時には、土壌中のネコブセンチュウ密度はかなり高くなると判断される。また、聴き取り調査によるとトウガラシにもネコブセンチュウの寄生は見られるとのことであった。したがって、トウガラシの収穫が終わる5月には、ネコブセンチュウ密度は更に高くなると予想される。しかしながら、今回の調査時の根の観察及び土壌からの線虫検出結果からは、6月から8月の3か月の休閑期間中線虫密度は急激に減少したと判断される。さらに、もう一つ興味深いことは、殺線虫剤処理による線虫防除効果が長期にわたり継続することである。日本においては、ハウス・露地に関係なくネコブセンチュウの好適寄生作物を栽培した場合、殺線虫剤の効果は薬剤施用後の1作のみであり、2作目からは線虫の寄生による作物の生育不良が見られる。このため、野菜を栽培するハウス及び圃場では年に1、2回の殺線虫剤(D-D剤あるいはテロン剤)処理を行う。しかし、今回の調査ハウスでは、テロン剤処理後3年(今回から5作目)あるいはメチルプロマイド剤処理後6年の

ハウスにおいてもネコブセンチュウ密度は極めて低く保たれていた。

以上述べた2点は、いずれも好適寄生の連作にもかかわらずネコブセンチュウ密度が低く保たれている現象である。この原因としては、土壤の物理性・化学性あるいは天敵微生物等の土壤の生物相、ハウス管理（夏季のハウス管理技術、作物生育期間中の水・肥料の施用技術等）等多くの要因が考えられる。

今後の研究によってこれら現象の原因を究明することは、韓国の農業にとって重要であるばかりでなく、近隣諸国や線虫害が作物生産の阻害要因となっている多くの国々の農業にとっても大きな意味を持つものである。

今回調査したハウス土壤サンプルの多くから極めて多数の Rhabditida 目の食細菌性の自活性線虫が検出された。細菌性土壤では連作障害が少ないと経験的にいわれてきた。しかし、これに関して実証的な研究は世界的に見ても行われていないようである。

細菌－自活性線虫－植物寄生性線虫の三者の関係については、韓国農業技術研究所線虫室の崔東魯博士が日本の佐賀大学において研究した「自活性線虫を利用した植物寄生性線虫の制御」の課題とも相通じるものがある。従来の研究の盲点を突いたともいえるこの方面からの究明も期待したい。

薬草のネコブセンチュウの被害及び生物的防除については、慶尚北道農村振興院の朴小得研究士が鋭意研究を進めており、今後、資料提供を通じて研究を支援していくこととした。

6) 江原道の圃場 (第6表)

江原道においては、平昌及び春川でそれぞれ5種の作物について線虫の調査を行った。検出された線虫のうち作物に被害をもたらすと考えられるものはネグサレセンチュウ属だけであった。本属の線虫は、平昌のバレイショ並びに春川のトウモロコシ、スーダングラス及びハクサイの圃場から検出された。種名については、現在、同定作業中である。本属を除く植物寄生性線虫 (Tylenchidae 目) は、外部寄生性であり作物生育に与える影響は少ないと考えられる種類であった。

また、江原道の圃場の線虫相の特徴は、食細菌性の自活性線虫の Rhabditida 目が多数検出されたことである。この原因としては、肥料としての有機物の施用が多い、あるいは、温度が低いいため土壤中の有機物の分解が遅い等のため細菌の増殖に必要な有機物が他所に比較してより多く土壤中に存在しているためと推測される。

7) 五台山森林土壤 (第7表)

昆虫寄生性線虫探索のため五台山で採取された森林土壤23サンプルの線虫相を調査した。これらのサンプルについては、属・科・目レベルで線虫の存否をチェックしたが、計数は行っていない。

五台山の森林土壌の線虫相は圃場の線虫相と比較してイシユク線虫科 (Belonolaimidae: Merlinius 属及び Amplimerlinius 属 (より詳細な検討が必要) ホプロライムス科 (Hoplolaimidae: Helicotylenchus 属及びその他) 及びワセンチュウ科 (Criconeematidae: Criconemella 属、Xenocriconemella 属及び Ogma 属) が多く、日本の森林土壌の線虫相と類似したものであった。しかし、シストセンチュウ科 (Heteroderidae) の第2期幼虫の検出頻度が高いという特徴がある。韓国においては本木植物に寄生するシストセンチュウ科線虫として *Meloinema Kerongense* Choi et Jensen, 1974が記録されている。しかし、今回検出された線虫は上記とは異なり、*Heterodera* 属と似た形態を持つ種であり、*Cryphodera* 属あるいは *Rhizonema* 属等本木植物を寄主とする属の種の可能性が高い。現在、慶北大学校教授・崔永然博士を中心に森林土壌の線虫相の調査が進められており、このなかで今回検出された種を含めた今後の研究による種名の解明に期待したい。

4. おわりに

わずか50日ほどの韓国滞在中、多くの生産の現場、研究の現場を見せていただいた。この間、韓国の線虫及び線虫学について二つのことが強く印象に残った。

その一つは、線虫の好適寄主作物の連作にもかかわらず、有害線虫密度が極めて低く抑えられている現象が見られたことである。こうした現象は土壌病害・線虫害で古くから知られており、このような土壌は特に抑止型土壌 (Suppressive Soil) と呼ばれてきた。最近10年ほどの間にヨーロッパ、南米、日本等でこの種の土壌の研究が行われた。この結果、有害線虫の密度制御に非常に有効な働きを持つ糸状菌及び細菌の寄生がこの現象の原因と判明し、また、一部の菌は培養法が確立したことから、既に製品化して線虫防除に使用されている。

南旨のキュウリ栽培のビニルハウスではネコブセンチュウが検出されたが、密度は極めて低い。この地帯の土壌にはネコブセンチュウの卵寄生菌が発生しているか、高い密度で生息している食細菌性の自活性線虫 (Rhabditida 目) がネコブセンチュウの作物への寄生を抑制している等の可能性が考えられる。この原因の究明を是非行っていただきたい。もし、生物的な要因によってネコブセンチュウ密度が抑制されているのであれば、このような生物の培養技術と土壌への定着技術を確立することによって、生産現場では殺線虫剤の施用に代わる新しい防除技術の導入が可能となる。農家にとっては、薬剤購入の経済的負担が軽減されるとともに、他生物への影響が少ないものであれば、生態系の保全・環境保全にも役立つものと期待される。

二つめは、韓国では線虫の研究者が少ないということである。現在、韓国では、線虫の研究者は大学に4名、振興庁農業技術研究所に3名、慶尚北道農村振興院に1名、林業研究院南部林業試験場に1名の合計9名であると聞いた。日本では線虫を専門に研究している研究者は24名であ

る。しかし、日本線虫研究会には約250名の個人会員がおり、この多くは植物病理または応用昆虫の研究のかたわら、線虫問題が生じた場合には問題に対応できる技術と知識を持っている人達である。つまり、日本では研究の裾野が広いのに対し、韓国では頂上はあるが裾野を欠いているという印象を持った。

韓国では近々農業関係の研究者の大幅な増員が予定されているとうかがったが、このなかで、特に地方の振興院に多少なりとも線虫研究者が増えることを期待したい。このためには、病害虫分野の知識を持つ人達の中から線虫を扱う技術を習得した研究者を養成する必要がある。韓国の線虫の専門家の中には国際的に通用する研究レベルの方々が幾人もいる。この人達が講師となり、現在執筆が進められている韓国の線虫研究を集大成した本をテキストとして研修会を開催することも考えられるのではないかと思う。

最後になったが、私の韓国滞在中お世話になった多くの方々に厚くお礼申し上げたい。特に、農業技術研究所の昆虫科長・崔鎮文博士には研究面で種々のご配慮をいただき、また、セミナーでの通訳をしていただいた。線虫室長の崔容文博士には研究を進めるうえで多くのご助言をいただいた。線虫室の研究生である金知仁氏、任大準氏、崔東魯氏、朴範錫氏、白亨珍氏には、研究を進めるに当たり直接ご援助をいただいただけでなく、様々な面において多くのご助言・ご配慮をいただいた。各地の調査の折には、それぞれの道の農村振興院の皆様方大変お世話になった。国際協力事業団の大久保隆弘団長及び本松輝久専門家には、韓国滞在中はもとより日本出発前から多くのご助言をいただいた。これら多くの方々のお蔭で無事任務を果たせるとともに、韓国の方々の想いを幾分なりとも知ることができたのではないかと思う。改めて厚くお礼申し上げたい。

5. 要 約

- 1) 作物試験場圃場：大きなパッチ状に大豆の黄変が発生している圃場からは、シストセンチュウが検出されず、代わりにイシユクセンチュウが多数検出された。本種が大豆の黄変の原因となっているかどうかは不明であり、接種試験による確認が望まれる。アワ及びハトムギ圃場からはネグサレセンチュウが検出されたが、生育不良等の被害は認められなかった。
- 2) 安城田畑輪換試験圃場：畑作物の有害線虫は検出されなかった。植物寄生性線虫としては、イネネモグリセンチュウが検出されたが、本種は水稻及びイネ科雑草に寄生する種類であり、畑作物は加害しない。他の植物寄生性線虫も畑作物の生育に与える影響はごく少ない種類であった。日本においては水田を畑転換した場合、2年目ないし3年目からネグサレセンチュウ、ネコブセンチュウ、シストセンチュウが発生するのと比較して、韓国ではこれらの線虫が発生しないのは興味ある現象である。
- 3) 湖南地方の圃場及びハウス：ソルガム圃場から多数のネグサレセンチュウが検出された。し

かし、一般にソルガムは本線虫の増殖に好適であるが、被害は受けにくい作物である。他の畑作物圃場からネコブセンチュウ、シストセンチュウ等の植物寄生性線虫が検出されたが、いずれも低い密度であった。ただし、薬草の一種から多数のネコブセンチュウが検出された。収量、品質等に対する影響を調査する必要があると考えられる。

- 4) 湖南地方(順天及び求礼)のハウス：順天の調査ハウスでは一部でネグサレセンチュウ及びネコブセンチュウが少数検出された。求礼では有害線虫は検出されなかった。両調査の聴き取り調査によると、殺線虫剤のモキヤップを使用しているとのことで、線虫は有効に防除されていると判断される。
- 5) 嶺南地方のハウス及び圃場：南旨のビニルハウス栽培のキュウリでは、根にネコブセンチュウのゴールが認められるにもかかわらず、土壌から本線虫の第2期幼虫は全く検出されないか、検出されてもごく少数の場合が多かった。キュウリ及びトウガラシと本線虫の好適寄主を連作していながら線虫密度が低く保たれているのは大変に興味深い現象である。また、殺線虫剤処理の効果が長期にわたり持続している。このような現象の原因の解明が強く望まれる。さらに、シャクヤク等薬草にネコブセンチュウの被害が多発しており、品質管理上、殺線虫剤の使用が困難なことから生物防除法の開発が重要であると考えられる。
- 6) 江原道の圃場：ネグサレセンチュウが平昌のバレイショ並びに春川のトウモロコシ、スーダングラス及びハクサイから検出されたが、比較的低密度であり、直ちに被害に結びつくものではないと判断される。
- 7) 五台山の森林土壌：シストセンチュウ科の幼虫が23サンプル中15サンプルから検出された。本種は韓国及び日本から未記録の種類であり、新種の可能性も大きいことから雌成虫・雄成虫を含めたより詳細な検出が望まれる。

第1表 作物試験場圃場の線虫密度 (1991. 9. 12調査)

| 線虫 作物 | Aphelenchus属 | Aphelenchidae科 | Tylenchidae科 | Belonolaimidae科 | Pratylenchus属 | Helicotylenchus属 | Heterodera属 | Paratylenchus属 | Tylenchida小計 | Rhabditida目 | Monhysterida目 | Araolaimida目 | Alaimida目 | Dorylaimida目 | Mononchida目 | Enoplida目 | Tylenchida目之 除く小計 | 合計 |
|----------|--------------|----------------|--------------|-----------------|---------------|------------------|-------------|----------------|--------------|-------------|---------------|--------------|-----------|--------------|-------------|-----------|----------------------|------|
| ダイズ | 5 | 50 | 125 | 720 | | 10 | | | 910 | 410 | | | 10 | 180 | | | 600 | 1510 |
| インゲン | 65 | 20 | 60 | 30 | | 10 | | | 185 | 605 | | 70 | 5 | 30 | | | 710 | 895 |
| リョクトウ | 15 | 18 | 67 | 100 | | 1 | | | 201 | 328 | 2 | | 3 | 39 | | | 371 | 572 |
| アヲ | 185 | 75 | 30 | 185 | 285 | 180 | | | 940 | 545 | | 5 | | 45 | | | 595 | 1545 |
| ハトムギ | 95 | 5 | 45 | 20 | 85 | 85 | 5 | 15 | 355 | 730 | 5 | | | 25 | | | 760 | 1115 |
| ダイス圃場 | 70 | 55 | 200 | 185 | | 340 | | | 850 | 650 | | 45 | | 90 | 20 | 20 | 825 | 1675 |
| サツマイモ圃場 | 10 | 50 | 565 | 150 | | 240 | | 5 | 920 | 1040 | 135 | 65 | | 100 | 30 | 5 | 1275 | 2195 |

※土壌300mlからの検出個体数。ふるい分けペルマン法使用 (24時間分離)。

第2表 安城田畑輪換試験圃場の線虫密度 (1991. 9. 24調査)

| 処理 | 線虫 作物 | Aphelen- | Aphelench- | Tylench- | Hirschman- | Helicoty- | Tylench- | Rhadi- | Monhyste- | Aracolaaim- | Doryaim- | Mononch- | Tylenchida | 合 計 |
|-------|----------|----------|------------|----------|----------------|-----------|----------|--------------|-----------|-------------|----------|----------|------------|------|
| | | chus属 | oididae科 | dae科 | niella属 (注) | lenchus属 | ida目小計 | tida目 (注) | rida目 | ida目 | ida目 | ida目 | ida目 | |
| 毎年輪換 | ダイズ | | 34 | 7 | 14 | | 55 | 811 | 31 | 1 | 1 | | 844 | 899 |
| " | " | | 6 | 2 | 3 | | 11 | 613 | 20 | 1 | 9 | | 643 | 654 |
| " | " | | | 1 | 15 | | 16 | 417 | 7 | | 1 | | 425 | 441 |
| " | ハクサイ | 3 | 27 | 23 | 8 | | 61 | 300 | 33 | | 29 | | 362 | 423 |
| " | " | 7 | 20 | 29 | 7 | | 63 | 173 | 56 | | 20 | | 249 | 312 |
| " | " | 2 | 19 | 16 | 11 | | 48 | 221 | 10 | | 31 | | 262 | 310 |
| 畑 転 換 | ダイズ | 5 | 103 | 14 | 6 | | 128 | 2025 | 78 | 1 | 12 | 1 | 2117 | 2245 |
| " | " | 2 | 17 | 28 | 1 | | 48 | 1637 | 33 | 1 | 13 | 3 | 1687 | 1735 |
| " | " | 1 | 4 | 1 | 3 | 3 | 12 | 512 | 8 | 5 | 29 | | 554 | 566 |
| " | ハクサイ | 19 | 31 | 21 | | | 71 | 308 | 18 | 3 | 29 | 3 | 361 | 432 |
| " | " | 24 | 20 | 12 | 3 | | 59 | 290 | 5 | | 14 | 5 | 314 | 373 |
| " | " | 75 | 21 | 15 | 2 | | 113 | 436 | 3 | | 15 | 4 | 458 | 571 |
| 水 田 | イネ | | 1 | 1 | 15 | | 17 | 23(3) | 1 | 1 | 3 | | 28 | 45 |
| " | " | | 3 | 3 | 9 | | 15 | 24(2) | | | 5 | | 29 | 44 |
| " | " | | 1 | 8 | 11(1) | | 20 | 62(1) | | | 2 | | 64 | 84 |
| 田畑輪換地 | " | | 2 | 2 | 8(1) | | 12 | 130 | 12 | | 7 | | 149 | 161 |
| " | " | | 1 | 3 | 4(1) | | 8 | 130(1) | 4 | | 3 | | 137 | 145 |
| " | " | | | 1 | 28(8) | | 29 | 80(2) | 3 | | 1 | | 84 | 113 |

(注) かつこ内は根から検出された個体の内数。

第3表 湖南地方調査圃場・ハウスの線虫密度 (1991. 9. 25~27調査)

| 調査地 | 線虫 作物 | Aphel- | Aphel- | Tylen- | Praty- | Helico- | Hetero- | Meloid- | Tylench- | Rhachi- | Monhys- | Araeo- | Alaim- | Doryla- | Monon- | Enopl- | Tylench- | 合計 |
|----------------|----------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|----------------|---------------|--------------|------------|---------|-------------|---------------|------------|------------|----------|--------------------|----------|------|
| | | enchus 属 | el- nchoid- idae科 | enchus 科 | enchus 属 | tylenchus 属 | derida- e科 | ogyne属 小計 | ida属 小計 | tida属 | terida 属 | laim- ida属 | imida 属 | chida 属 | ida 属 | hida属 を除く 小計 | | |
| 湖南作物 | ソルガム | 3 | 110 | 53 | | | | | 116 | 513 | | 4 | | 33 | | | 550 | 666 |
| 試験場 | " | 20 | 284 | 114 | 444 | 2 | | 6 | 870 | 758 | | | 2 | 42 | | | 802 | 1672 |
| " | ダイズ | 4 | 10 | 10 | | | | | 24 | 102 | | | | 25 | | | 127 | 151 |
| " | " | 28 | 216 | 168 | | 1 | 7 | | 420 | 1293 | 1 | 1 | | 297 | | | 1590 | 2010 |
| " | ラッカセイ | | 68 | 14 | | | | | 82 | 1710 | | 5 | | 85 | 1 | | 1801 | 1883 |
| " | コマ | 1 | 31 | 9 | | | | | 41 | 970 | | | | 37 | 1 | | 1008 | 1049 |
| " | トマト | 1 | 29 | 231 | | | | | 261 | 116 | | 4 | | 180 | 66 | | 366 | 627 |
| 湖南 全振 興院 | バレイショ (ハウス) | 2 | 62 | 114 | 4 | | | | 182 | 134 | | | | 56 | | | 190 | 372 |
| " | " | | 16 | 208 | | | | | 224 | 70 | | | | 220 | | | 290 | 514 |
| " | " | | 24 | 62 | | | | | 86 | 280 | 6 | | | 76 | | | 362 | 448 |
| " | 菜 | 250 | 56 | 52 | | 360 | | 696 | 1414 | 398 | 50 | 8 | | 152 | 72 | 4 | 684 | 2098 |

第4表 湖南地方調査ハウスの線虫密度 (1991. 9. 25~27調査)

| 調査地 | 線虫 作物 | Aphelen- chus 属 | Aphelen- choidid- ae 科 | Tylench- idae 科 | Pratylen- chus 属 | Helicot- ylenchus 属 | Mutoido- gynae 属 | Tylench- ida 小計 | Rhabdit- ida 目 | Monohyst- erida 目 | Araeola- rimida 目 | Alsimi- da 目 | Dorylai- mida 目 | Mononch- ida 目 | Tylench- ida 目を 除く小計 | 合 計 |
|-----|-----------|--------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-----------------|--------------------|-------------------|----------------------------|------|
| 順天 | バナナ | | 36 | 10 | | 98 | 8 | 152 | 234 | 2 | | | 6 | | 242 | 394 |
| " | " | | 6 | 16 | 2 | 162 | 18 | 204 | 160 | 2 | | 2 | 32 | 2 | 198 | 402 |
| " | ユリ | 12 | 158 | 52 | 2 | 2 | | 226 | 478 | 4 | | | 56 | 2 | 540 | 766 |
| " | " | 2 | 40 | 58 | | 90 | | 190 | 520 | 2 | | | 32 | | 554 | 744 |
| " | ガーベラ | | 18 | 44 | | | 6 | 68 | 310 | 2 | | | 4 | | 316 | 384 |
| " | " | 22 | 6 | 20 | | | | 48 | 320 | | 4 | | | | 324 | 362 |
| " | バラ | | 216 | 60 | | | | 276 | 168 | 12 | | | 12 | | 192 | 468 |
| " | " | | 44 | 17 | 168 | | 2 | 231 | 398 | 56 | | | 8 | | 462 | 693 |
| 求礼 | キエウリ | 4 | 12 | 14 | | | | 30 | 902 | 4 | | | | | 906 | 936 |
| " | " | 14 | | 54 | | | | 68 | 660 | | | | 2 | | 662 | 730 |
| " | " | 4 | 40 | 318 | | | | 362 | 742 | 8 | | | 104 | 4 | 858 | 1220 |
| " | " | | 42 | 142 | | | | 184 | 910 | 16 | | | 24 | | 950 | 1134 |
| " | ガーベラ | 42 | | 42 | | | | 84 | 198 | | | | 86 | | 284 | 368 |
| " | " | | | 8 | | | | 8 | 142 | 4 | | | 44 | | 190 | 198 |
| " | " | 16 | | 2 | | | | 18 | 82 | | | | 6 | | 88 | 106 |
| " | Gypsophia | 44 | 10 | 22 | | | | 76 | 238 | 6 | | | 22 | | 266 | 342 |
| " | " | 16 | 116 | 12 | | | | 144 | 994 | | | | 20 | | 1014 | 1158 |
| " | カーネーション | 2 | 170 | | | | | 544 | 544 | 4 | | | 10 | | 558 | 732 |

第5表 嶺南地方調査ハウス・圃場の線虫密度 (1991. 10. 14~17調査)

| 調査地 | 線虫 作物 | Aphelenchus 属 | Aphelenchoidae 科 | Tylenchidae 科 | Hirschmanniella 属 | Meiostrongyloidei 属 | Tylenchidae 小計 | Rhabditidae 目 | Monhysteridae 目 | Araeolaimidae 目 | Alaimidae 目 | Dorylaimidae 目 | Mononchidae 目 | Tylenchidae を除く 小計 | 合計 | 備考 | | | | | | | | |
|-----|-----------|------------------|---------------------|------------------|----------------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|----------------|-------------------|------------------|--------------------------|------|------------------------|----|----|---|----|----|----|----|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 50 | 30 | 6 | 26 | 96 | 72 | 94 | 4 |
| 南宮 | キュウリ(ハウス) | | | 50 | | | 50 | 1996 | 2 | | | | 2 | 2000 | 2050 | 根にネコブセンチュウ病状 | | | | | | | | |
| " | " (") | 6 | 12 | 30 | | | 48 | 1014 | | | | 24 | | 1038 | 1086 | " | | | | | | | | |
| " | " (") | 2 | 50 | 6 | | | 58 | 1218 | | | | 8 | | 1226 | 1284 | " | | | | | | | | |
| " | " (") | | 2 | 26 | | | 28 | 288 | | | | 10 | | 298 | 326 | " | | | | | | | | |
| " | " (") | | 8 | 96 | | | 104 | 500 | | | | 12 | | 512 | 616 | " | | | | | | | | |
| " | " (") | | 16 | 72 | | | 88 | 1038 | 8 | | | | | 1046 | 1134 | 本年 Telon 剤処理 | | | | | | | | |
| " | " (") | 6 | 18 | 94 | | | 118 | 1906 | 98 | | | 24 | | 2028 | 2146 | 生育やや劣る (Telon 剤未処理) | | | | | | | | |
| " | " (") | | 124 | 4 | | | 128 | 1236 | 22 | | | | | 1258 | 1386 | 本年 Telon 剤処理 | | | | | | | | |
| " | " (") | | 16 | 220 | | 4 | 240 | 938 | 10 | | | 10 | | 958 | 1198 | 3年前 Telon 剤処理 | | | | | | | | |
| " | " (") | 6 | 78 | 132 | | 252 | 468 | 1648 | 16 | | 22 | 22 | | 1708 | 2176 | 昨年ハウス内土壌 を天地表 | | | | | | | | |
| " | " (") | 2 | 8 | 10 | | 158 | 178 | 606 | 10 | | | 6 | | 622 | 800 | 土壌病害による萎 凋発生 | | | | | | | | |
| | ハウス外圃 | 6 | 20 | 364 | | | 390 | 742 | 76 | | 12 | 150 | | 980 | 1370 | | | | | | | | | |
| 大邱 | シヤクヤク | 2 | 42 | 32 | 30 | 588 | 694 | 640 | 10 | 16 | 2 | 12 | 2 | 682 | 1376 | | | | | | | | | |

第6表 江原道調査圃場の線虫密度 (1991. 10. 9 調査)

| 調査地 | 線虫 作物 | Aphelen- | Aphelen- | Tylenc- | Pratyli- | Helico- | Tylench- | Rhabdit- | Monhys- | Aracol- | Alaimi- | Dorylai- | Mononc- | Eneopli- | Tylench- | 合 計 |
|-----|----------|----------|------------------|---------|-------------|------------------|--------------|----------|----------|-------------|---------|----------|---------|----------|----------------|------|
| | | chus 属 | choidid- ae 科 | hidac 科 | enchus 属 | tylenc- bus 属 | ida 目 小 計 | ida 目 | terida 目 | aimida 目 | da 目 | mica 目 | hida 目 | da 目 | ida 目之 除く小計 | |
| 平 昌 | バレイシヨ | 54 | 32 | 72 | 18 | | 176 | 2264 | 12 | | | 18 | 4 | | 2298 | 2474 |
| " | レ ク ス | 56 | 50 | 100 | | | 206 | 1786 | 6 | 6 | | 4 | | | 1802 | 2008 |
| " | セ ロ リ | 4 | 24 | 24 | | | 52 | 2230 | 2 | 2 | | 2 | | | 2236 | 2238 |
| " | ハ ク サ イ | 14 | 90 | 46 | | | 150 | 600 | 2 | | | 164 | 2 | | 768 | 918 |
| " | ニ ン ジ ン | 2 | 128 | 48 | | | 178 | 806 | 8 | 2 | 4 | 16 | 8 | | 834 | 1012 |
| 春 川 | トウモロコシ | 104 | 90 | 100 | 8 | | 302 | 1304 | 76 | | | 10 | 18 | 6 | 1414 | 1716 |
| " | スーダングラス | 68 | 176 | 326 | 52 | 2 | 624 | 1076 | 28 | 16 | 2 | 50 | 16 | | 1188 | 1812 |
| " | ダ イ ズ | 254 | 28 | 232 | | 4 | 518 | 1080 | 118 | | 4 | 112 | 12 | | 1326 | 1844 |
| " | トウガラシ | 10 | 15 | 105 | | | 130 | 2210 | 270 | 5 | | 35 | 20 | | 2540 | 2670 |
| " | ハ ク サ イ | 224 | 104 | 146 | 4 | 2 | 480 | 2142 | 66 | | | 12 | 14 | | 2236 | 2710 |

第7表 五台山森林土蟻の然虫相 (1991. 9. 13調査)

| | | |
|----------------|---|---|
| Enoplida 目 | | + |
| Mononchida 目 | | + |
| Doryaimida 目 | 左記4属以外の Doryaimida 目 | + |
| | Diphthero- phora 属 | + |
| | Paratricho- dorus 属 | + |
| | Trichodorus 属 | + |
| | Xiphinema 属 | + |
| Alaimida 目 | | + |
| Araeolaimida 目 | Wilsonema 属 | + |
| | Plectus 属 | + |
| Monhysteyda 目 | | + |
| Rhabditida 目 | 左記3属以外の Rhabditida 目 | + |
| | Teratocephalus 属 | + |
| | Bunonema 属 | + |
| | Acrobeldes 属 | + |
| Tylenchida 目 | Paratylenchus 属 | + |
| | Ogma 属 (Crossonema) | + |
| | Xenocricone- mella 属 | + |
| | Criconemella 属 | + |
| | Heteroderidae 科 | + |
| | 左記1属以外の Hoplolaimidae 科 | + |
| | Helicotylen- chus 属 | + |
| | Amplimerli- nius 属(?) | + |
| | Merlinius 属 | + |
| | 左記4属以外の Tylenchida 科 | + |
| | Echphyado- phora 属 | + |
| | Coslenchus 属 | + |
| | Malenchus 属 | + |
| Tylenchus 属 | + | |
| Aphelenchus 属 | + | |
| 線虫 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 | |

(3) 井上恒久専門家

報告者：九州農業試験場 井上恒久

派遣先：農村振興庁 農業技術研究所土壤化学科

業務：土壤診断

期間：1991年10月4日～11月28日（56日間）

内容：別紙のとおり

| 月 日 | 実 施 内 容 |
|----------|--|
| 10月4日(金) | 成田発 NH907便 12:55金浦空港着、大久保リーダー、金有燮室長による出迎え、ソウル日本大使館挨拶、水原着 |
| 5日(土) | 農技研研究所、所長、化学部長、土壤化学科長に挨拶 |
| 6日(日) | 休日 |
| 7日(月) | 土壤物理科長に挨拶、土壤化学科各研究室挨拶、実験室見学、研究日程を協議、土壤管理研究室圃場見学 |
| 8日(火) | 安城試験地調査（本松専門家同行）、土壤及び白菜試料採取（第1回） |
| 9日(水) | 試料整理、白菜水溶性成分抽出 農振庁試験局長に挨拶、麦類研究所転換圃場見学 |
| 10日(木) | 白菜水溶性成分濾過、精製、農化学科長に挨拶 |
| 11日(金) | 安城試験圃場 稲坪刈調査（本松専門家同行） |
| 12日(土) | 土壤 EC 決定 |
| 13日(日) | 休日 |
| 14日(月) | 白菜汁液 EC 測定 |
| 15日(火) | 白菜汁液 ICP 分析用試料調製 |
| 16日(水) | 安城坪刈試料 稈重、わら重調査 |
| 17日(木) | 土壤水溶性塩基抽出、ICP 分析用溶液調製 |
| 18日(金) | 土壤風乾細土調製、安城土壤、白菜水溶性塩基 ICP 分析 |
| 19日(土) | 水溶性塩基データ整理 |
| 20日(日) | 休日 |
| 21日(月) | 平沢試験圃場見学、土壤、白菜試料採取 |
| 22日(火) | 忠清南道地域施設栽培、干拓地見学 |
| 23日(水) | 平沢土壤試料風乾、湿土水分測定 |
| 24日(木) | 韓国土肥学会講演準備 |
| 25日(金) | 韓国土肥学会出席、講演「Land-sat TM データによる阿蘇高原草地の野菜導入実態解析」 |

| 月 日 | 実 施 内 容 |
|-----------|---|
| 10月26日(土) | セミナーについて打合せ |
| 27日(日) | 休日 |
| 28日(月) | 平沢白菜水溶性成分抽出 |
| 29日(火) | 風乾細土水分測定、セミナー スライド整理 |
| 30日(水) | 慶州農業指導所施設見学(野菜、花卉試験栽培) |
| 31日(木) | 慶尚南道地域施設栽培見学 |
| 11月1日(金) | 嶺南作物試験場見学、セミナー「日本の施設栽培土壌の養分の実態」密陽転換畑圃場土壌試料採取 |
| 2日(土) | 密陽→水原、密陽土壌試料風乾 |
| 3日(日) | 休日 |
| 4日(月) | 密陽土壌試料水分測定 |
| 5日(火) | 風乾土、pH、EC測定 |
| 6日(水) | 風乾土交換性塩基試料調製、携行機材入手 |
| 7日(木) | 土壌水溶性 Mn、Zn、交換性塩基分析(ICP) |
| 8日(金) | 携行機材(CARDY EC、K ⁺ 、NO ₃ ⁻ イオンメータ)による分析用標準液調製、使用法説明 |
| 9日(土) | 農技研でのセミナーのため、同時通訳用日本語原稿作成 |
| 10日(日) | 休日 |
| 11日(月) | 農技研でセミナー「日本の施設栽培土壌の養分蓄積の実態」 |
| 12日(火) | 裡里、湖南作物試験場見学 セミナー「日本の施設栽培土壌の養分蓄積の実態」 |
| 13日(水) | 界火島支所見学、干拓地農業視察 |
| 14日(木) | 土壌溶液 EC測定(コンダクトメータ法とカード式測定法の比較) |
| 15日(金) | 白菜汁液 EC測定(コンダクトメータ法とカード式測定法の比較) |
| 16日(土) | 土壌水溶性カリウム測定(ICPとカード式イオンメータ法との比較) |
| 17日(日) | 休日 |
| 18日(月) | 土壌水、白菜汁液のNO ₃ ⁻ -Nを測定(比色法とカード式イオンメータ法との比較) |
| 19日(火) | 比較データの相関検討 |
| 20日(水) | 安城圃場白菜、土壌試料採取(第2回、本松専門家同行) |
| 21日(木) | 安城圃場試料篩別、湿土水分測定、水溶性成分抽出 |

| 月 日 | 実 施 内 容 |
|-----------|--|
| 11月22日(金) | 安城試料(第2回)のEC、水溶性塩基測定 |
| 23日(土) | 安城試料(第2回)のNO ₃ -N測定、測定法比較データまとめ |
| 24日(日) | 休日 |
| 25日(月) | 土壌有効態リン酸測定、報告書作成 |
| 26日(火) | 報告書作成 |
| 27日(水) | 報告書作成、説明、農技研、振興庁に挨拶 |
| 28日(木) | 金浦空港 NH908便-成田帰国 |

1. 野菜畑の土壌診断、作物栄養診断のための迅速分析法の検討

1) はじめに

韓国の施設栽培面積は近年増加して3万haを超え、日本のその4万haに次いで世界有数の施設園芸国となっている。

韓国の施設栽培土壌では、野菜の連作による土壌養分蓄積が進んでおり、朴永大博士の報告によれば、土壌塩基飽和度が平均100%を越え、硝酸態窒素も平均で200ppmを上回る。また、土壌有効態リン酸も、蔬菜畑では50%以上が500ppmを越えるほどである。したがって、合理的な施肥あるいは作物の品質管理の基礎としての土壌診断法、作物の栄養診断法の確立が望まれている。

ところで、土壌養分、作物の成分は、時期別、土壌別、作物の部位別に大きく変動するものなので、土壌診断、作物の栄養診断を進めるためには、迅速な分析法が求められる。そこでまず、迅速な分析法として、近年開発されたカード式イオンメータを利用した測定法の有効性を、従来の測定法と比較することにより検討した。

2) 土壌、作物汁液の水溶性成分供試液の調製法

① 土壌水の採取方法(土壌1:5水浸出)

乾土10g相当の湿土に、湿土に含まれる土壌水と加える蒸留水の合計が50mlになるよう蒸留水を加える(含水比30%の土壌では湿土13gを取り、水47mlを加える)。30分振とうした後、No.6の濾紙で濾過して浸出液を得る。

② 作物汁液の採取方法(生重1:10水浸出)

今回の分析では、代表的な施設栽培作物である白菜について、汁液の採取法を検討した。渡辺和彦^{*)2}によれば、作物体の汁液分析では、細断した葉柄0.2gに水2ccを加えて得た作物の水懸濁液を比色法でテストすることにより、NO₃-N、P₂O₅、Kを半定量的に測定できると

報告されている。

白菜の汁液を得る場合も上記の方法と同様に生葉重の10倍量の蒸留水を加え、ミキサーで1分程度細断、攪拌することにより、汁液の水懸濁液が容易に得られる。なお、使用する機器のセンサー等を保護するため、上記懸濁液はNo.6の濾紙で濾過してから測定に供試した。

3) 従来測定と、カード式イオンメータを用いた測定法の比較

カード式イオンメータは、供試液量が少なく済み(1回の分析で約0.2ml)、また試薬類は標準液以外は必要でないことから、簡易・安価・迅速な測定が可能であると、中路^{*)}により報告されている。本研究では、カード式イオンメータのうち、畑土壌及び作物の診断に必須のEC、K、NO₃-Nの3種類のメータを用いて各項目を測定した。そして、従来農技研化学科で行っている定量法による測定値と比較することにより、カード式簡易定量法の有効性を検討した。

① ECの測定値の比較

(測定方法)

・従来法：Beckman Conductivity Bridgeによる。

土壌あるいは作物汁液の水浸出液を、管ピンに取り(約20cc必要)、上記ECセンサーを用いて測定する。測定値は、液温に従って校正を必要とする。

・カード法：堀場製作所 Conductivity Meterによる。

標準でメータを校正した後、前期供試液数滴をセンサーに滴下し、ECを測定する。

(結果)表1に示す。

・土壌水浸出液の場合

表1-1に36点の試料の測定値を対比して示す。

二つの方法による測定値はよく対応しており、図1-1に示すように相関が高い($r = 0.9932$)、したがってカード式の簡易な方法で信頼できる測定値が得られると考えられる。

表1 従来法とカード法による EC 測定値の比較 (単位 mS/cm)

表1-1 土壌水浸出液

表1-2 白菜汁液水浸出液

| 試料 | | 従来法 | カード式 | 従来法 | カード式 | | |
|----------|---------|---------|-------|------|------|------|-----|
| 安城白菜生育初期 | 畑連用 | 生育良 ① | 0.342 | 0.31 | 2.28 | 2.10 | 外葉 |
| | | ② | 0.638 | 0.55 | | | 内葉 |
| | | 生育悪 ③ | 0.231 | 0.24 | 2.12 | 1.96 | 外葉 |
| | | ④ | 0.518 | 0.44 | 2.08 | 1.92 | 内葉 |
| | 田畑輪換 | 生育良 ⑤ | 0.456 | 0.43 | 2.24 | 2.01 | 外葉 |
| | | ⑥ | 0.540 | 0.45 | 1.94 | 1.72 | 内葉 |
| | | 生育悪 ⑦ | 0.412 | 0.35 | 2.80 | 2.41 | 外葉 |
| | | ⑧ | 0.310 | 0.26 | 2.52 | 2.26 | 内葉 |
| 安城白菜生育後期 | 畑連用 | 生育良表土 ① | 0.372 | 0.30 | 2.13 | 1.80 | 外葉 |
| | | 次層 ② | 0.243 | 0.19 | 1.23 | 1.04 | 中間葉 |
| | | 生育中表土 ③ | 0.129 | 0.10 | 2.11 | 1.71 | 外葉 |
| | | 次層 ④ | 0.074 | 0.06 | 1.40 | 1.15 | 中間葉 |
| | | 生育悪表土 ⑤ | 0.107 | 0.08 | 1.97 | 1.63 | 外葉 |
| | | 次層 ⑥ | 0.127 | 0.10 | 1.58 | 1.28 | 中間葉 |
| | 田畑輪換 | 生育良表土 ① | 0.244 | 0.19 | 1.94 | 1.58 | 外葉 |
| | | 次層 ② | 0.191 | 0.14 | 1.49 | 1.06 | 中間葉 |
| | | 生育中表土 ③ | 0.185 | 0.14 | 1.76 | 1.38 | 外葉 |
| | | 次層 ④ | 0.153 | 0.12 | 1.38 | 1.12 | 中間葉 |
| | | 生育悪表土 ⑤ | 0.121 | 0.09 | 1.86 | 1.56 | 外葉 |
| | | 次層 ⑥ | 0.107 | 0.08 | 1.63 | 1.32 | 中間葉 |
| 平沢 | 無肥 ① | 0.098 | 0.08 | 1.89 | 1.76 | 外葉 | |
| | -PK ② | 0.290 | 0.27 | 1.89 | 1.73 | 外葉 | |
| | -P ③ | 0.260 | 0.23 | 2.11 | 1.99 | 外葉 | |
| | 慣行施肥 ④ | 0.560 | 0.49 | 2.31 | 2.20 | 外葉 | |
| 密 | 沖積地 S L | 畑作土 ① | 0.192 | 0.18 | | | |
| | | 心土 ② | 0.244 | 0.22 | | | |
| | | 輪換作土 ③ | 0.165 | 0.15 | | | |
| | | 心土 ④ | 0.080 | 0.07 | | | |
| | | 水田作土 ⑤ | 0.116 | 0.10 | | | |
| | | 心土 ⑥ | 0.051 | 0.04 | | | |
| 陽 | 台地 C L | 畑作土 ① | 0.313 | 0.30 | | | |
| | | 心土 ② | 0.182 | 0.16 | | | |
| | | 輪換作土 ③ | 0.180 | 0.16 | | | |
| | | 心土 ④ | 0.104 | 0.10 | | | |
| | | 水田作土 ⑤ | 0.132 | 0.12 | | | |
| | | 心土 ⑥ | 0.156 | 0.14 | | | |

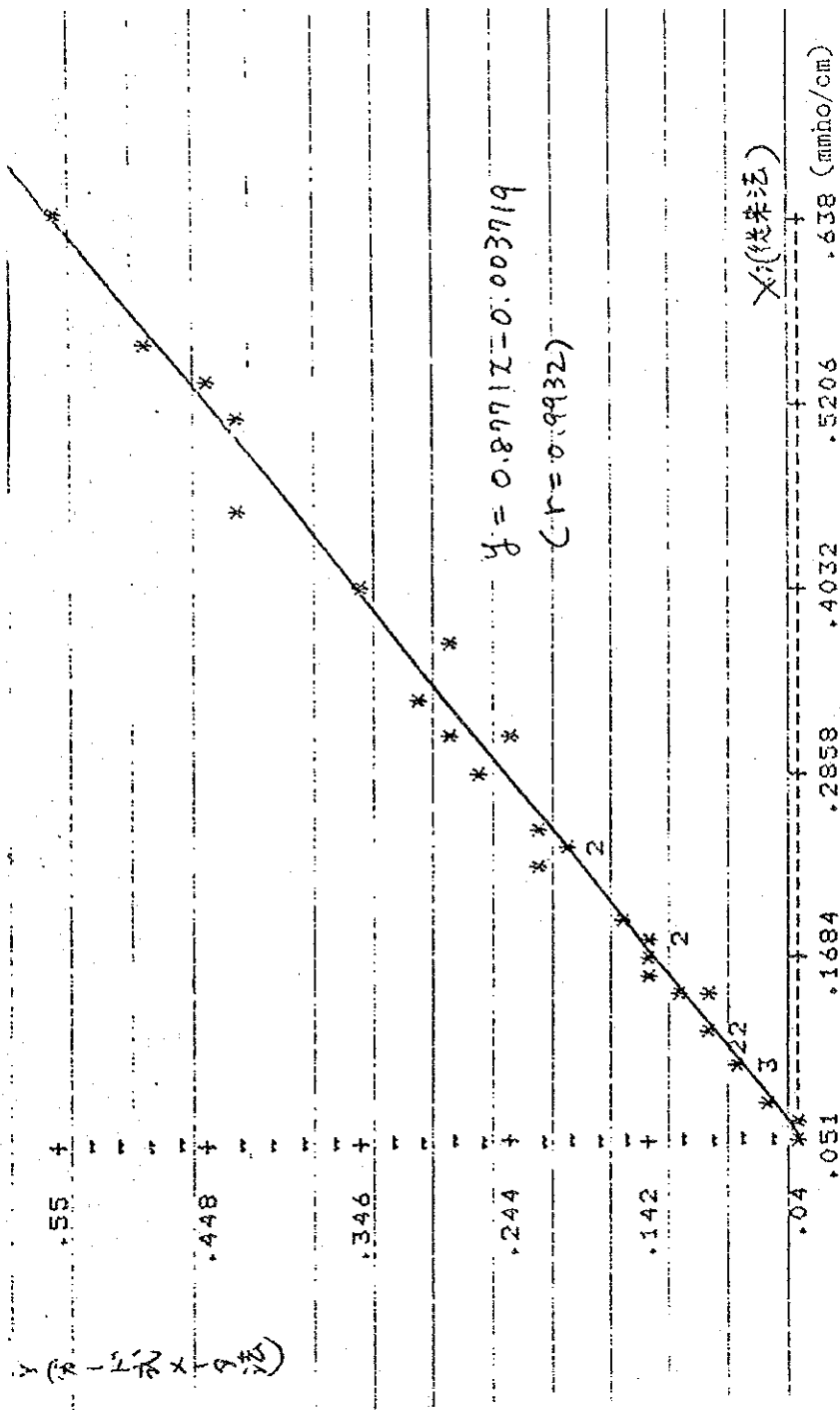


図 1-1:土壌 1:5 水浸出液 EC 測定値の比較

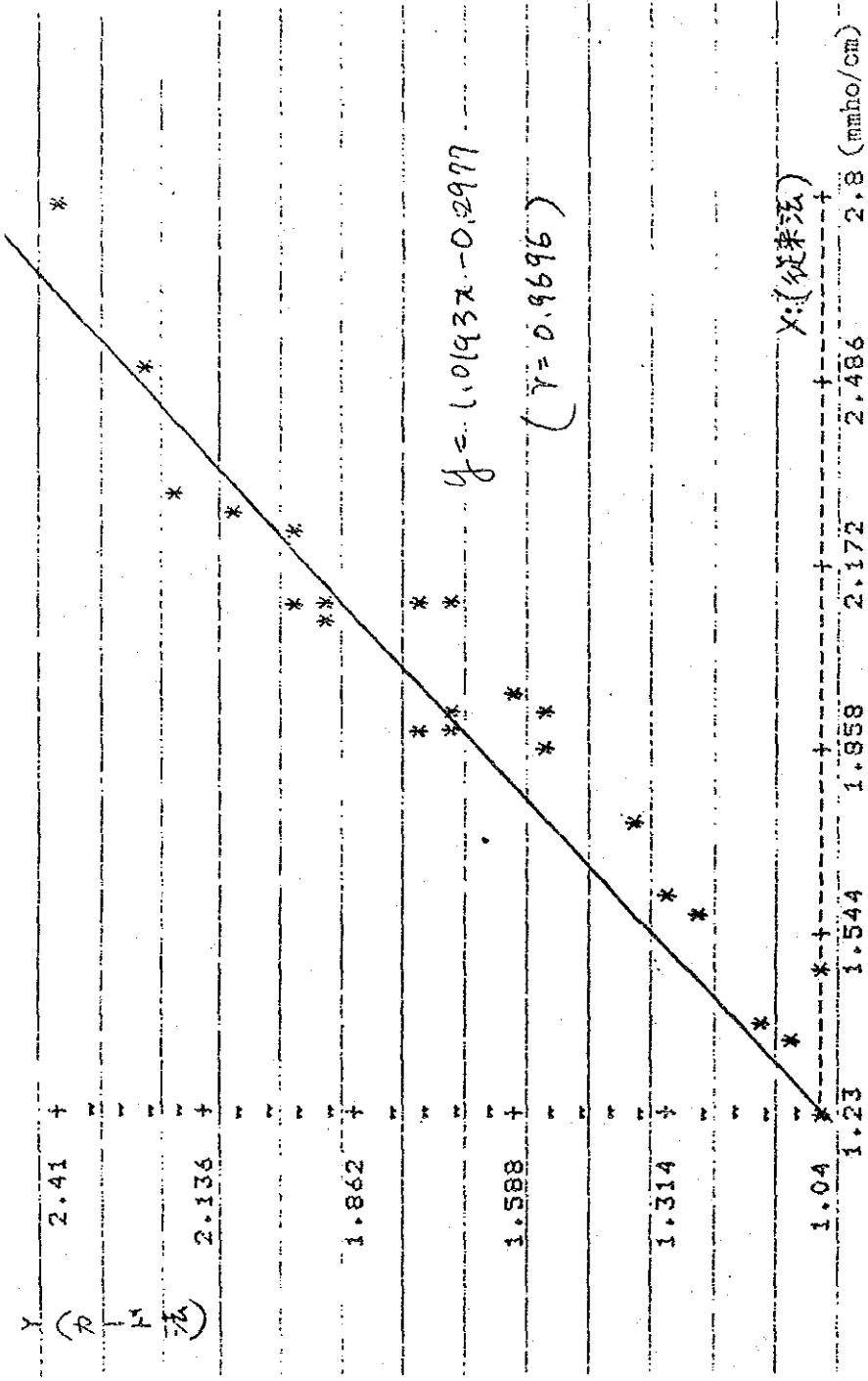


図 1-2、白菜汁液1:10水浸出液の EC 測定値の比較

・白菜汁液の場合

23点の試料についての測定値を表1-2に示した。

二つの方法による測定値は汁液の場合もよく対応し、図1-2に示したように相関が高い ($r=0.9696$)。

以上の結果、ECについては、カード式の簡易な方法で、信頼できる測定値を得ることができるといえる。

また、供試液の濃度の範囲は、土壌浸出液では $0.1\sim 0.7\text{mS/cm}$ 、白菜汁液の浸出液では $1\sim 3\text{mS/cm}$ の範囲にあり、カード式メータで直接測定が可能である。

② K^+ の測定値の比較

(測定方法)

・従来法：ICPを用いて測定

ICPによる陽イオン分析の供試液は、透明な液であることが必要なため、前記の水浸出液に1N酢安を等量加えて再濾過した濾液を用いる。

・カード法：堀場製作所カード式 K^+ イオンメータを用いる。

土壌水浸出液は、カード法では直接測定可能である。

なお、白菜汁液については、1=10水浸出液では K^+ 濃度が高いため、さらに10倍希釈した液を測定に供試した。

(結果) 表2に示す。

・土壌水浸出液の場合

表2-1に、24点の試料の測定値を示す。

二つの方法による測定値はよく対応しており、図2-1に示すように相関が高い ($r=0.9861$)。

・白菜汁液の100倍希釈液の場合

表2-2に16点の試料の測定値を対比して示す。

二つの方法による測定値はよく対応しており、図2-2に示すように相関は極めて高い ($r=0.9966$)。

表2 従来法とカード法による K⁺測定値の比較 (単位 ppm)

表2-1 土壌水浸出液

表2-2 白菜汁液100倍希釈液

| 試料 | | | | ICP法 | カード法 | ICP法 | カード法 | |
|----------|-------------------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 安城白菜生育初期 | 畑 連用 | 生育良 | ① | 7.04 | 6 | | | |
| | | | ② | 10.6 | 9 | | | |
| | | 生育悪 | ③ | 4.23 | 5 | | | |
| | | | ④ | 4.22 | 4 | | | |
| | 輪 換 | 生育良 | ⑤ | 15.1 | 16 | | | |
| | | | ⑥ | 16.9 | 15 | | | |
| | | 生育悪 | ⑦ | 9.86 | 9 | | | |
| | | | ⑧ | 9.15 | 9 | | | |
| 安城白菜生育後期 | 畑 連用 | 生育良 | ① | | | 63.4 | 60 | 外葉 |
| | | | ② | | | 51.3 | 51 | 中間葉 |
| | | 生育中 | ③ | | | 63.8 | 59 | 外葉 |
| | | | ④ | | | 70.2 | 67 | 中間葉 |
| | | 生育悪 | ⑤ | | | 62.1 | 60 | 外葉 |
| | | | ⑥ | | | 76.9 | 71 | 中間葉 |
| | 輪 換 | 生育良 | ① | | | 71.5 | 67 | 外葉 |
| | | | ② | | | 64.2 | 61 | 中間葉 |
| | | 生育中 | ③ | | | 78.8 | 73 | 外葉 |
| | | | ④ | | | 71.0 | 67 | 中間葉 |
| | | 生育悪 | ⑤ | | | 71.2 | 67 | 外葉 |
| | | | ⑥ | | | 83.6 | 80 | 中間葉 |
| 平 沢 | 無肥 | ① | 2.12 | 2 | 32.0 | 28 | 外葉 | |
| | -PK | ② | 7.75 | 7 | 28.2 | 24 | 外葉 | |
| | -P | ③ | 7.73 | 7 | 35.0 | 30 | 外葉 | |
| | 慣行 | ④ | 12.0 | 11 | 36.1 | 30 | 外葉 | |
| 密 陽 | 沖 積地 S L | 畑 作土 | ① | 6.33 | 5 | | | |
| | | 心土 | ② | 5.64 | 4 | | | |
| | | 輪換作土 | ③ | 7.72 | 7 | | | |
| | | 心土 | ④ | 2.80 | 3 | | | |
| | | 水田作土 | ⑤ | 4.93 | 5 | | | |
| | | 心土 | ⑥ | 2.32 | 2 | | | |
| | 台 地 C L | 畑 作土 | ① | 30.2 | 24 | | | |
| | | 心土 | ② | 7.71 | 7 | | | |
| | | 輪換作土 | ③ | 10.2 | 9 | | | |
| | | 心土 | ④ | 1.40 | 2 | | | |
| | | 水田作土 | ⑤ | 6.32 | 6 | | | |
| | | 心土 | ⑥ | 6.34 | 6 | | | |

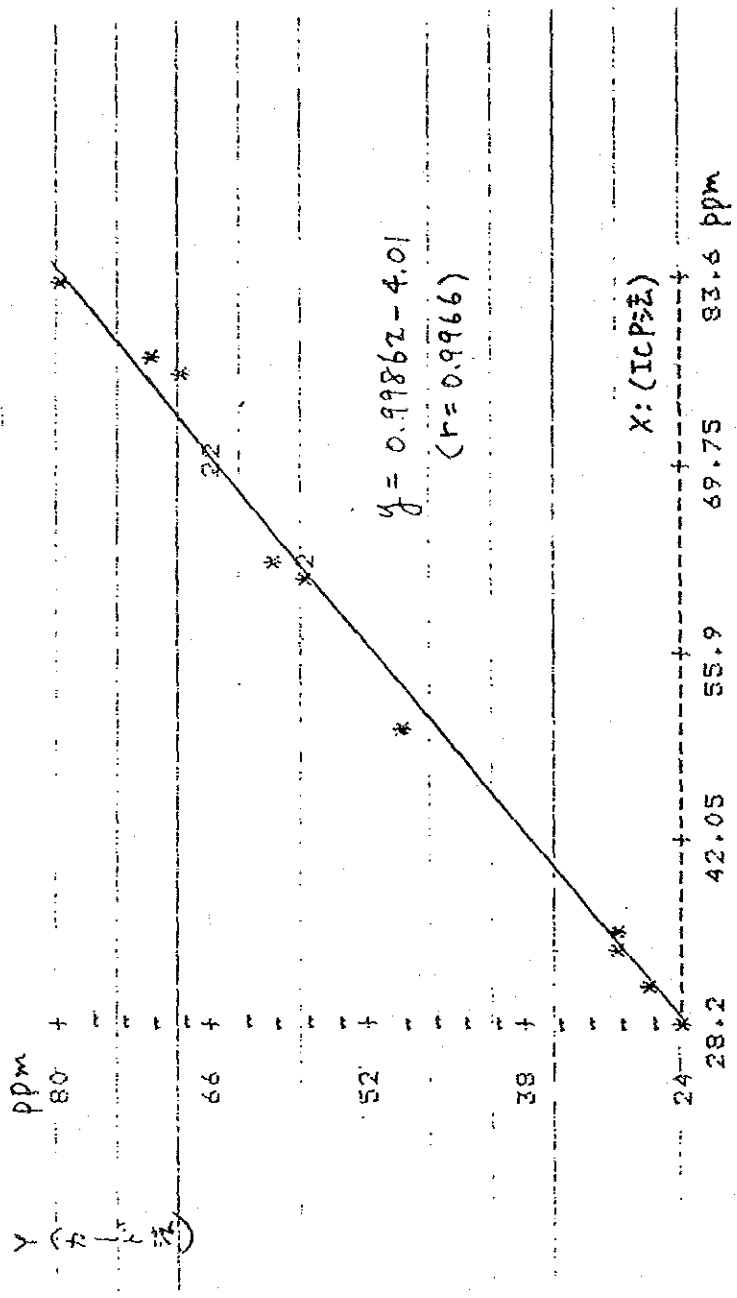


図 2-2、白菜汁液の100倍希釈液の K⁺測定値の比較

以上の結果から、Kイオン濃度も、カード式イオンメータを用いることによって信頼できる測定値を得ることが可能である。

また、供試液の濃度も数 ppm~100ppm で測定に適当な範囲であり、土壌1：5水浸出液はそのままで、白菜汁液は1：10水浸出液を更に10倍希釈液を供試するとよい。

③ 硝酸態Nの測定値の比較

(測定法)

前出の水浸出液を得た場合と同様の方法で、水の代わりに0.25% CuSO₄溶液を用いて土壌、作物汁液の浸出液を得る。

土壌の浸出液は水で更に2倍に、白菜汁液の浸出液は更に5倍希釈したものを供試液とした。

・従来法：CATALDO法^{*)}による

サリチル酸を反応試薬とし、NO₂を410_{nm}で比色測定する。

・カード法：堀場製作所カード式硝酸イオンメータによる

測定値はNO₃として表示されるので14/62をかけてNの濃度(ppm)とする。

(結果)表3に示す

・土壌を0.25%硫酸銅溶液で浸出した液の硝酸態N

表3-1に、23点の試料の測定値を示した。二つの測定法による測定値はよく対応しており、図3-1に示すように相関も高い($r=0.979$)。

・白菜汁液の0.25%硫酸銅浸出液の硝酸態N

表3-2に、12点の試料の測定値を対比して示した。比色法とカード法による測定値はよく対応し、図3-2に示すように相関も高かった($r=0.8847$)。

以上の結果から、カード式イオンメータを用いる簡易測定法により硝酸態N濃度についても、土壌診断や作物の栄養診断に有効なデータが得られることがわかった。

また、供試液の濃度についても、土壌は1：5浸出液の2倍希釈液が適当であり、作物汁液については1：10浸出液を5倍希釈した。合計で50倍希釈液が供試液として適当と判断された。

なお、カード法によるK⁺、NO₃⁻の測定に当たっては、KNO₃で標準液を作成し、試料10につき1回程度標準液を測定して、メータの安定性を確かめることにより、再現性のよいデータが得られる。

以上、①EC、②K⁺、③NO₃-Nの測定結果から、カード式イオンメータを用いた測定により、従来の測定法の結果とよく対応するデータが容易に得られることがわかった。

今後、土壌診断、栄養診断の分野の迅速・簡易分析法としての活用が期待できる。

表3 従来法とカード法による硝酸態N測定値の比較 (単位 ppm)

表3-1 土壌10倍量浸出液

表3-2 白菜汁液50倍希釈液

| 試料 | | 比色法 | カード法 | 比色法 | カード法 | | | |
|----------|-------|-------|------|------|------|------|-----|-----|
| 安城白菜生育初期 | 畑連用 | 生育良 ① | 13.9 | 11.0 | | | | |
| | | | ② | 26.7 | 25.6 | | | |
| | | 生育悪 ③ | 9.88 | 6.8 | | | | |
| | | | ④ | 20.8 | 18.9 | | | |
| | 輪換 | 生育良 ⑤ | 19.8 | 17.7 | | | | |
| | | | ⑥ | 0.03 | 17.7 | | | |
| | | 生育悪 ⑦ | 16.2 | 14.1 | | | | |
| | | | ⑧ | 16.5 | 9.6 | | | |
| 安城白菜生育後期 | 畑連用 | 生育良 ① | 11.6 | 12.5 | 7.92 | 7.9 | 外葉 | |
| | | | ② | 5.83 | 7.3 | 4.67 | 4.1 | 中間葉 |
| | | 生育中 ③ | 1.15 | 1.1 | 1.17 | 1.4 | 外葉 | |
| | | | ④ | 0.88 | 1.1 | 2.21 | 1.6 | 中間葉 |
| | | 生育悪 ⑤ | 2.33 | 2.3 | 4.19 | 6.1 | 外葉 | |
| | | | ⑥ | 2.93 | 3.0 | 1.98 | 2.3 | 中間葉 |
| | 輪換 | 生育良 ① | 5.75 | 6.3 | 3.96 | 5.0 | 外葉 | |
| | | | ② | 3.48 | 3.5 | 4.19 | 2.9 | 中間葉 |
| | | 生育中 ③ | 2.93 | 2.8 | 5.36 | 5.2 | 外葉 | |
| | | | ④ | 2.33 | 2.3 | 2.45 | 2.3 | 中間葉 |
| | | 生育悪 ⑤ | 1.15 | 1.1 | 2.68 | 4.3 | 外葉 | |
| | | | ⑥ | 0.60 | 0.6 | 2.56 | 2.7 | 中間葉 |
| 平沢 | 無肥 ① | 4.56 | 3.2 | 4.99 | | 外葉 | | |
| | -PK ② | 12.5 | - | 6.62 | | 外葉 | | |
| | -P ③ | 9.55 | 8.6 | 16.0 | | 外葉 | | |
| | 慣行 ④ | 22.3 | 18.6 | 22.7 | | 外葉 | | |

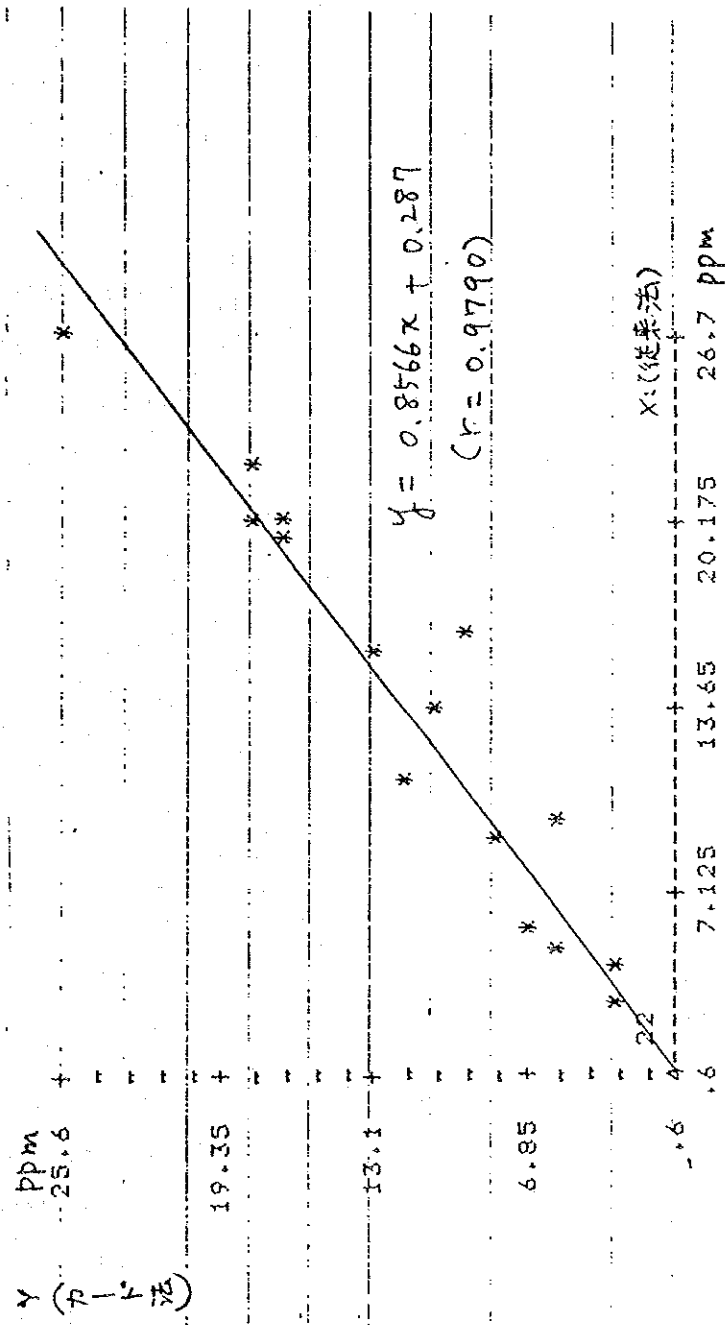


図 3-1、土壌水溶性硝酸態 N の測定値の比較

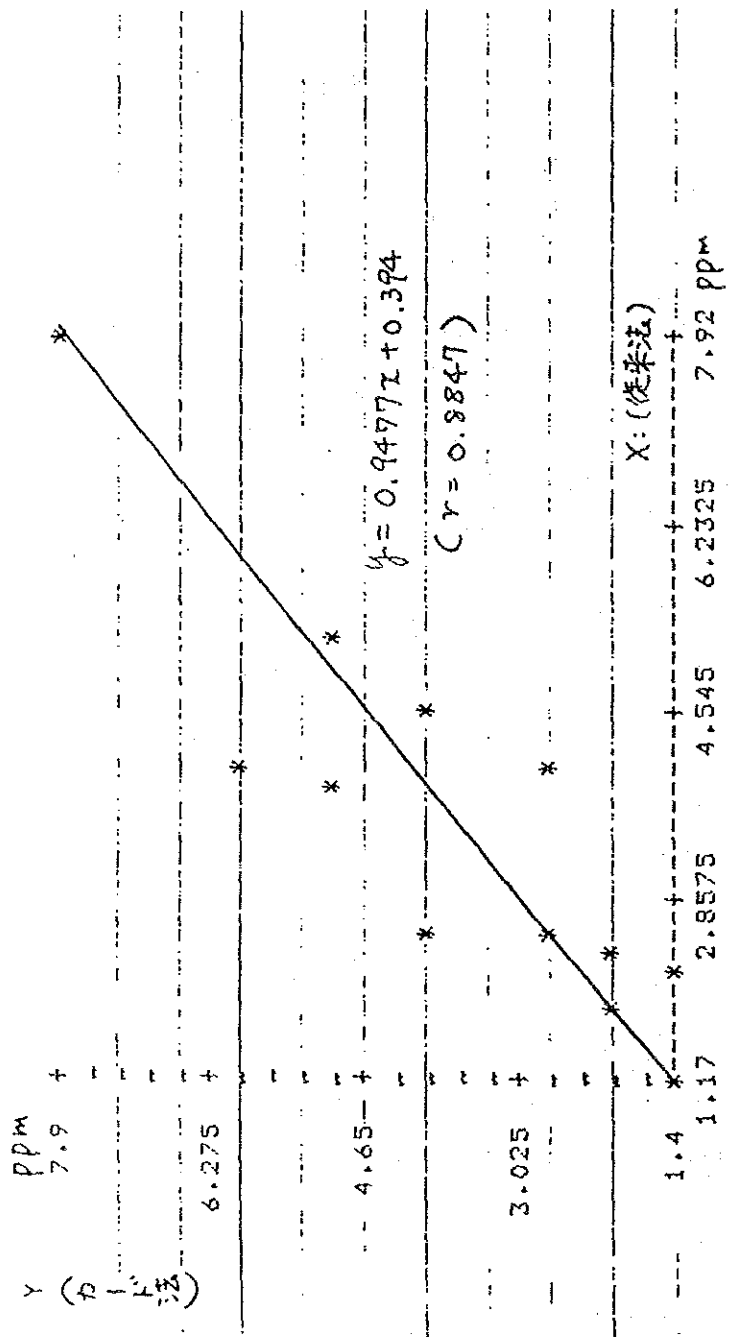


図 3-2、白菜汁液 50倍希釈液の硝酸態 N 測定値の比較

2. 水田転換野菜畑の土壌診断例

安城、平沢の試験地の白菜栽培畑から前出のように土壌水浸出液、白菜汁液を得て水溶性成分を分析するとともに、土壌の交換性塩基についても分析して土壌診断を試みた。

(土壌及び白菜の試料について)

1) 安城試験地

安城試験地における田畑輪換圃場では、白菜の栽培が行われていた。処理は毎年輪換区(II)と畑転換区(IV)である。II区は89年畑、90年水田、91年畑の輪換、IV区は89年より連続3年畑転換が行われている。畑転換では春ジャガイモ、秋白菜の2毛作である。

① 土壌の可給態N

白菜の生育状況は、IVの3年連作区が、IIの輪換区よりも明らかに勝っていた。この生育差の一因として土壌の窒素肥沃度の差異が考えられたので、土壌の可給態Nを中心に若干の調査を行った。得られた結果は表4のとおりである。

(可給態Nの分析法)

・培養法：畑土壌可給態窒素分析法*⁵に準ずる。

2 mm篩で篩別した湿潤土を直径5 cm高さ7 cmのガラス瓶に取り、最大容水量の60%に保ち、30℃ 4週間培養する。生成したNH₄-Nを10% KCl液で浸出し、水蒸気蒸留法で測定する。

・磷酸緩衝液による可給態窒素の抽出分析法：樋口の方法に準じて行った。

表4 土壌の可給態窒素及びC、N含量 (安城試験地)

| 試験区 (輪換形態) | T-C % | T-N % | 可給態 N ppm/乾土 | |
|----------------------|----------|----------|--------------|-------------|
| | | | 培養法(4W) | 磷酸 buffer 法 |
| I 水稻連作 | 1.20 | 0.11 | 31.5 | 76.1 |
| II-a 毎年輪換 (ジャガイモ-白菜) | 1.20 | 0.11 | 31.1 | 73.7 |
| II-b 毎年輪換 (大豆) | 1.20 | 0.11 | 29.6 | 67.9 |
| IV-a 畑転換 (ジャガイモ-白菜) | 1.12 | 0.11 | 39.1 | 84.7 |
| IV-b 畑転換 (大豆) | 0.90 | 0.09 | 23.4 | 62.1 |

(考 察)

畑転換区では毎年輪換区に比べ有機物含量は低下しているものの、可給態窒素は増大していた。

これにより、II-aとIV-aの白菜の生育差の一因として、土壌の可給態窒素の多少が考えられた。

また、有機物含量が畑転換土壌で明らかに低下していることから、この土壌では水田の畑転換により土壌有機物の分解が比較的速く進むと考えられる。したがって田畑輪換を行う際に、地力維持・向上も同時に図って栽培管理する必要がある。

なお、地力維持を図るための肥沃度変化の解析には、上記各項目の分析に加え、施用有機物量、施肥量、作物による養分吸収量を今後把握する必要がある。

② 白菜生育中の土壌養分、土壌水、白菜汁液成分の分析と診断（試料の採取）

上記II及びIV区において、白菜定植後22日の生育初期と、定植後65日の生育後期の2回、土壌及び白菜の葉を採取して分析した。

生育初期はそれぞれの区から、生育が優良なもの、不良なものを選んで外葉及び内葉を採取した。生育後期は生育の優良、中程度、不良の3段階のものを選び、外葉及び中間葉を採取した。

なお、土壌については白菜葉を採取した場所の近くの畦の肩から白菜生育初期には表土を、生育後期には表土を0～8、8～16cmの深土に分けて採取した。

(分析法)

土壌の水溶性成分、及び白菜汁液の水溶性成分の分析は、前記1で分析法を検討した際の従来法による。

また、土壌の置換性塩基は、N酢安浸出ICP法によった。

結果は表5、表6のとおりである。

表5 安城の土壤及び白菜の水溶性成分

| 試料 | | | 土壤浸出液 | | | | | 白菜汁液 | | | | | |
|--------|-----|------|-------|------|-----|-----|--------------------|------|-----|------|-----|--------------------|-----|
| | | | EC | Ca | Mg | K | NO ₃ -N | EC | Ca | Mg | K | NO ₃ -N | |
| 白菜生育初期 | 畑連用 | 生育良① | 0.342 | 20.5 | 3.6 | 3.5 | 13.9 | 2.28 | 50 | 7.2 | 112 | | 外葉 |
| | | ② | 0.638 | 35.5 | 5.7 | 5.3 | 26.7 | | | | | 内葉 | |
| | | 生育悪③ | 0.231 | 36.7 | 2.6 | 2.1 | 9.9 | 2.12 | 40 | 7.7 | 88 | | 外葉 |
| | | ④ | 0.518 | 30.3 | 5.1 | 2.1 | 20.8 | 2.08 | 18 | 1.2 | 26 | | 内葉 |
| | 輪換 | 生育良① | 0.456 | 21.4 | 2.9 | 7.6 | 19.8 | 2.24 | 36 | 3.1 | 127 | | 外葉 |
| | | ② | 0.540 | 37.3 | 3.8 | 8.5 | 20.3 | 1.94 | 18 | 1.8 | 93 | | 内葉 |
| | | 生育悪③ | 0.412 | 27.8 | 3.3 | 4.9 | 16.2 | 2.80 | 52 | 4.2 | 125 | | 外葉 |
| | | ④ | 0.310 | 23.8 | 2.2 | 4.6 | 16.5 | 2.52 | 15 | 1.0 | 126 | | 内葉 |
| 白菜生育後期 | 畑連用 | 生育良① | 0.372 | 36.9 | 4.3 | 3.2 | 11.6 | 2.13 | 106 | 12.2 | 126 | 7.9 | 外葉 |
| | | ② | 0.243 | 10.7 | 1.1 | — | 5.8 | 1.23 | 16 | 2.9 | 102 | 4.7 | 中間葉 |
| | | 中① | 0.129 | 24.5 | 3.0 | 0.7 | 1.2 | 2.11 | 106 | 11.0 | 127 | 1.2 | 外葉 |
| | | ② | 0.074 | 22.5 | 2.4 | 1.0 | 0.9 | 1.40 | 126 | 3.7 | 140 | 2.2 | 中間葉 |
| | | 不良① | 0.107 | 7.8 | 0.6 | — | 2.3 | 1.97 | 100 | 12.9 | 124 | 4.2 | 外葉 |
| | | ② | 0.127 | 7.6 | 0.9 | — | 2.9 | 1.58 | 40 | 6.1 | 153 | 2.0 | 中間葉 |
| | 輪換 | 生育良① | 0.244 | 14.6 | 1.4 | 0.6 | 5.8 | 1.94 | 81 | 7.2 | 142 | 4.0 | 外葉 |
| | | ② | 0.191 | 12.9 | 1.3 | 1.2 | 3.5 | 1.49 | 16 | 2.4 | 128 | 4.2 | 中間葉 |
| | | 中① | 0.185 | 8.1 | 1.1 | 2.3 | 2.9 | 1.76 | 58 | 5.9 | 157 | 5.4 | 外葉 |
| | | ② | 0.153 | 12.2 | 1.0 | 2.6 | 2.3 | 1.38 | 20 | 3.4 | 143 | 2.5 | 中間葉 |
| | | 不良① | 0.121 | 7.6 | 0.7 | 0.6 | 1.2 | 1.86 | 76 | 8.6 | 143 | 2.7 | 外葉 |
| | | ② | 0.107 | 9.7 | 0.8 | 0.9 | 0.6 | 1.63 | 129 | 5.7 | 166 | 2.6 | 中間葉 |

Ca、Mg、K、NO₃-Nは
土壤1：水10倍の浸出液
濃度 (ppm)

Ca、Mg、K、NO₃-Nは
白菜汁液50倍希釈液の
濃度 (ppm)

表6 安城試験地の土壤交換性塩基

| 試料 | | 交換性塩基 me/100g 乾土 | | | | | H (ブラウン)法 | CEC me/100g | 塩基 飽和度% | pH (H ₂ O) |
|-----|------|------------------|------|------|------|------|--------------|----------------|------------|--------------------------|
| | | Ca | Mg | K | Na | 塩基計 | | | | |
| 畑連用 | 白菜生育 | | | | | | | | | |
| | 良① | 6.41 | 1.45 | 0.42 | 0.12 | 8.40 | 4.97 | 13.37 | 62.8 | 4.95 |
| | ② | 6.68 | 1.58 | 0.55 | 0.12 | 8.93 | 4.76 | 13.69 | 65.2 | 4.55 |
| | 不良③ | 6.45 | 1.38 | 0.36 | 0.13 | 8.32 | 5.23 | 13.55 | 61.4 | 5.07 |
| | ④ | 6.82 | 1.53 | 0.29 | 0.14 | 8.78 | 4.99 | 13.75 | 63.9 | 4.65 |
| 輪換 | 良① | 4.16 | 0.72 | 0.58 | 0.16 | 5.62 | 5.18 | 10.80 | 52.0 | 4.45 |
| | ② | 4.07 | 0.71 | 0.52 | 0.26 | 5.55 | 5.45 | 11.00 | 50.4 | 4.44 |
| | 不良③ | 4.80 | 0.89 | 0.54 | 0.14 | 6.37 | 5.22 | 11.59 | 54.9 | 4.54 |
| | ④ | 5.08 | 0.92 | 0.58 | 0.10 | 6.68 | 6.11 | 12.79 | 52.2 | 4.66 |

(考 察)

・ 土壤及び白菜の水溶性成分と白菜の生育との関係 (表5)

生育初期には、土壤、白菜の水溶性成分は、生育の良否による差が明確でない (表5 - 上段)。

一方、生育後期のデータを見ると、生育の良いところでは土壤の硝酸態窒素度が明らかに高い。また生育不良な所は $\text{NO}_3\text{-N}$ と共に Ca、Mg、K も少ない。

また、汁液中の NO_3 濃度も生育の良否に比例して、生育の良い所で高い。

K、土壤の交換性塩基含量は生育の良否とあまり関係しなかった。(表6)

以上の結果から、この試験区での白菜の生育には、主として $\text{NO}_3\text{-N}$ の多少が影響したと考えられ、水溶性成分の分析からの診断は、①の土壤可給態Nの診断結果と一致した。

2) 平沢試験地

平沢試験地では、昨年度以来、水田転換畑の白菜栽培において、施肥量を農家慣行より少なくした調節区を表7のように設け、合理的施肥法を検討している。

表7 平沢試験区、施肥量 (kg/10a)

| 試験区 | N | P | K |
|------|----|----|----|
| 無 肥 | 0 | 0 | 0 |
| P、K減 | 27 | 11 | 20 |
| P 減 | 27 | 11 | 27 |
| 慣 行 | 27 | 20 | 27 |

また、平沢試験区での施肥前の土壤の性質は、宋堯聖氏のデータによると下記のようなものである。

表8 平沢施肥前土壤の性質

| pH | OM % | Av. P_2O_5 (ppm) | 交換性塩基 (me/100g) | | | EC (mmho/cm) | $\text{NO}_3\text{-N}$ (ppm) |
|-----|------|----------------------------------|-----------------|-----|-----|--------------|------------------------------|
| | | | K | Ca | Mg | | |
| 6.3 | 2.3 | 719 | 0.63 | 5.0 | 1.5 | 1.3 | 23 |

・ 土壤及び白菜の水溶性成分の検討

白菜生育中期に調査した土壤及び白菜の水溶性成分は、表9のようであった。

表9 平沢の土壌及び白菜の水溶性成分

| 試料 | 土壌浸出液 (ppm) | | | | | 白菜汁液 (ppm) 外葉 | | | | |
|-------|-------------|----|-----|-----|--------------------|---------------|----|-----|----|--------------------|
| | EC (mS/cm) | Ca | Mg | K | NO ₃ -N | EC (mS/cm) | Ca | Mg | K | NO ₃ -N |
| 無肥区 | 0.098 | 24 | 1.2 | 1.1 | 4.6 | 1.89 | 38 | 4.9 | 64 | 5.01 |
| -P、K区 | 0.290 | 19 | 3.9 | 3.9 | 12.5 | 1.89 | 33 | 5.3 | 56 | 6.6 |
| -P区 | 0.260 | 22 | 3.5 | 3.9 | 9.6 | 2.11 | 35 | 5.4 | 70 | 16.0 |
| 慣行区 | 0.560 | 43 | 7.0 | 6.0 | 22.3 | 2.31 | 54 | 7.0 | 72 | 23 |

注：イオン濃度は、土壌水は土壌1：10、汁液は生重1：50希釈液の濃度。

(考察)

この結果、無肥区では、土壌の水溶性Nが少なく、汁液中のNO₃-Nも少ないこと、また土壌の水溶性Mg、Kも少ないことがわかった。

-PK区と-P区では、土壌浸出液中のK量には差がなく、むしろ汁液中のNO₃-N濃度が-PK区で少なかった。

この点については、今後データの再現性の検討が必要である。

なお、本年度の白菜の収量は表10のようであり、上記の土壌及び汁液の水溶性成分の結果と符合する。

表10 平沢白菜収量

| 処理区 | t/10a | 指数 |
|------|-------|-----|
| 無肥 | 10.1 | 69 |
| -P、K | 14.1 | 95 |
| -P | 14.7 | 100 |
| 慣行 | 14.7 | 100 |

(今後の問題点)

今回は白菜植付け後の診断だったので、土壌溶液採取装置をセットして試験できなかった。今後試験区に土壌水採取装置をセットし、経時的に土壌水を採取し、1の項目で検討

したカード法により分析すれば、土壤養分の過不足を作物の生育との関係で、よりの確に把握できよう。

3. おわりに

韓国では、土壤診断、栄養診断の研究例が未だ少ないため、特に養分蓄積の進んだ施設栽培土壤についての研究の進展が合理的施肥の基礎として重要である。

最後に、朴化学科長、金室長はじめ土壤管理研究室の皆様、土壤化学科、物理科の方々はじめ農技研、振興庁の方々、また、嶺南試、湖南試、慶州農村指導所の方々のご厚意で研究が不自由なく遂行できましたこと、また、大久保団長、本松専門家のご配慮に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 朴永大：「2000年に向けての合理的土壤管理と施肥」
第2次肥料シンポジウムP. 13~48(1991.10)
- 2) 渡辺和彦：「野菜の要素欠乏と過剰症」タキイ種苗(1989)
- 3) 中路清和：「カード式硝酸イオン計による土壤中硝酸態窒素の簡易定量」日本土壤肥科学雑誌62第2号P. 178~180(1991)
- 4) CATALDO,et al:Commun,Soil Science and Plant Analysis 6,P.71~80(1975)
- 5) 土壤、水質および作物体分析法「可給態窒素」
農水省農産課編、P. 84~85 (昭 54年10月)
- 6) 樋口太重：「土壤中における施用窒素の有機化と再無機化」
農技研報告 B34、P. 1~81(1983)

(3) 中山照之専門家

報告者：農業工学研究所 中山照之

派遣先：農村振興庁 農業技術研究所土壤物理科

業 務：水田排水

期 間：1992年4月1日～5月8日 (38日間)

内 容：別紙のとおり

| 月 日 | 実 施 内 容 |
|---------|------------------------------------|
| 4月1日(水) | JL951便で韓国着。大使館表敬訪問。農業技術研究所到着 |
| 2日(木) | 所長、土壤物理科長、土壤化学科長、栄養生理科長はじめ所内挨拶。昼食会 |
| 3日(金) | 農村振興庁試験局長に挨拶。本松長期専門家より既付研究の説明を受ける |
| 4日(土) | ソウル日本人会訪問、国立博物館見学 |
| 5日(日) | 韓国民族村訪問 |
| 6日(月) | 歯科医で抜けた差し歯の再固定。必要データ・リストアップ |
| 7日(火) | 安城試験地現地調査 |
| 8日(水) | 龍仁自然農園見学 |
| 9日(木) | セミナー準備 |
| 10日(金) | 韓国合同委員会出席 |
| 11日(土) | 携帯用コンピュータ、印刷機借入。印刷 |
| 12日(日) | 水原城見学 |
| 13日(月) | 趙室長と韓国水田土壌の物理性・地下水位調査法について論議 |
| 14日(火) | 李研究士に排水診断マニュアルを説明 |
| 15日(水) | 報告書原稿執筆開始。コンピュータ用トランス購入 |
| 16日(木) | セミナー用OHP 試料作成・スライド選択 |
| 17日(金) | セミナー「日本における水田の汎用化技術について」 |
| 18日(土) | 建国大学 金始源教授と面会 |
| 19日(日) | 休日 |
| 20日(月) | 裡里に移動。湖南作物試験場着。挨拶。会食 |
| 21日(火) | 界火島出張所・圃場・周辺農家見学 |
| 22日(水) | 論山周辺・田畑輪換圃場・ハウス農家見学 |
| 23日(木) | 雲峰出張所圃場、周辺農家見学 |

| 月 日 | 実 施 内 容 |
|----------|------------------------------|
| 4月24日(金) | セミナー「水田汎用化のための排水技術」 |
| 25日(土) | 光陽に移動。鄭科長・盧研究士と会食 |
| 26日(日) | 釜山見学 |
| 27日(月) | 嶺南作物試験場着。挨拶。試験圃場見学。場長・科長らと会食 |
| 28日(火) | 慶州見学 |
| 29日(水) | 近郊ハウス地帯見学 |
| 30日(木) | セミナー「水田汎用化のための排水技術」 水原へ移動 |
| 5月1日(金) | 報告書準備 |
| 2日(土) | 韓国農林水産部農漁村開発局訪問・資料入手 |
| 3日(日) | 休日 |
| 4日(月) | 農工技術研究所訪問 情報支援・資料収集 |
| 5日(火) | 報告書執筆・印刷 |
| 6日(水) | セミナー（午前機械化研・午後農技研）帰国挨拶・会食 |
| 7日(木) | 帰国準備 |
| 8日(金) | 帰国（JAL952便） |

韓国の風土に根差した水田排水技術の確立のために

目 次

1 汎用化水田の排水技術を巡る二、三の問題

(1) 課題の立て方

- 1) 水路条件
- 2) 耕地整理の有無

(2) 基本的排水対策

- 1) 水系単位の転作
- 2) 水系単位の転作ができない場合

a. 一筆あるいは数筆毎の局地排水（Block 排水）

低平地

傾斜地

b. 営農的対策

2 排水改良の基本的な考え方と必要な研究事項－韓国に適した技術を目指して－

- (1) 汎用水田に求められる条件－矛盾した要求
- (2) 排水不良の判定基準
- (3) 排水不良の原因
- (4) 排水不良対策と排水改良は同一か？
- (5) 浸透不良の基本形態
- (6) 形態に応じた排水改良
- (7) 浸透不良形態判定に必要な測定事項
- (8) 排水改良の評価手法

付 減水深・浸透性・透水性の区別と関連

(1) 用語法

- 1) 減水深と浸透性
- 2) 浸透性と透水性

(2) 一筆減水深と円筒減水深

- 1) 減水深は蒸発散より小さくなれるか？
- 2) 点の減水深から一筆の減水深が求まるか？

3 韓国風土に根差した排水工法の確立のために－基本的な考え方と必要な研究事項－

(1) 地形条件

(2) 局地排水 (Block 排水) について

1) 概要

- a. 低平地 排水槽とポンプによる
- b. 傾斜地 耕盤破碎、あるいは耕盤破碎と暗渠との組み合わせによる

2) 工法

- a. 基本計画
- b. 具体的計画

低平地

傾斜地

(3) 暗渠排水

a. 基本事項

吐出先の確保

吸水管

集水管

補助暗渠

b. 暗渠の機能不良について

過剰水の不到達

c. 暗渠の補修等

管自体の点検

管直上部の透水垣の点検

盤層の点検

(4) 局所残水処理

a. 漏水部の補修等

b. 隣接地からの浸入防止

c. 湧水処理

d. 局所的な凹地

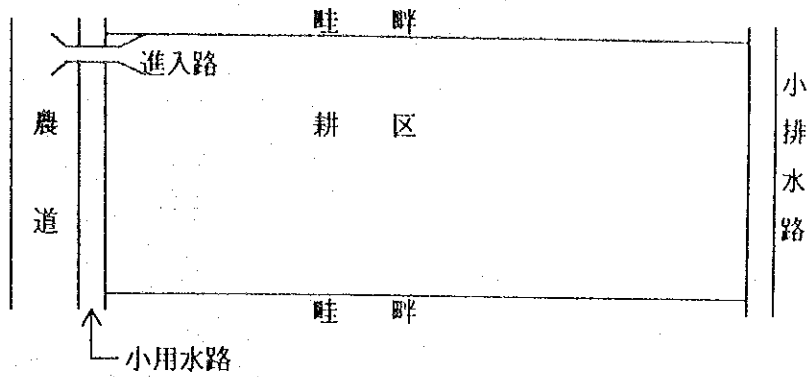
1 汎用化水田の排水技術を巡る二、三の問題

(1) 課題の立て方

水田の高度利用の方法は二つある。一つは水田を「夏季水稲、冬季畑作」に利用する方式で、他の一つは水田を「夏も冬も畑作」に利用する方式である。韓国においては、前者は既に豊富な実践例がある。しかし、後者はほとんど経験がない。したがって、雨が多く・気温が高い夏に「水田を畑作利用するための排水技術」について、基本的知見を提供するのが今回の筆者の用務である。

1) 水路条件

水路条件に応じて、排水技術が制限を受ける。例えば、低平地の用排水兼用水路は、水路が浅過ぎて暗渠が設置できないことが多い。排水とは余剰水に「出口」と「落差」を与えることだから、圃場から水路までの距離、及び水路の深さは極めて重要となる。



2) 耕地整理の有無

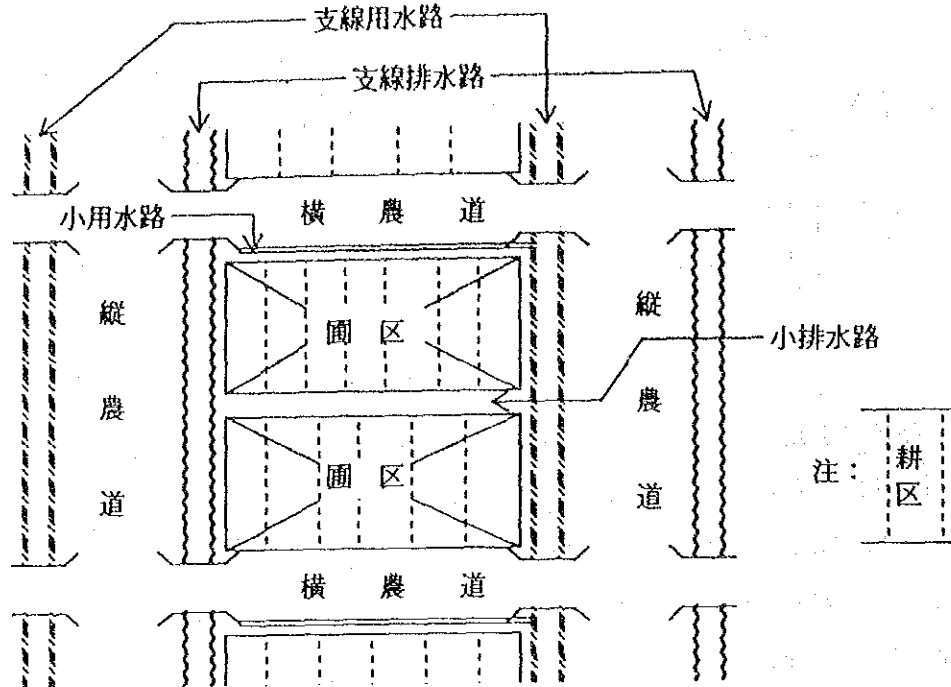
韓国の「耕地整理」は、日本の圃場整備と同様、次の4原則に基づいて行われる。進捗率は全水田面積の44%で、日本の整備率(46%)と同水準である。耕地整理の済んだ圃場では、後述する排水対策を容易に行える基盤がある。

- | | |
|--------------------|---------------------------------------|
| ① 他の水田を経由せずに取水できる | } ○どの水田も、用水路に接する。 ○用水路と排水路が分離している。 |
| ② 他の水田を経由せずに落水できる | |
| ③ 他の水田を経由せずに機械が入れる | → ○どの水田も、道路に接する。 |
| ④ 潰れ地(*)率を最小にする | → ○道路間隔・水路間隔・畦畔間隔を広くする。 |

* 潰れ地：道路・水路・畦畔など耕作に使えない土地

(2) 基本的排水対策

水田汎用化のための排水対策には、基本的には3種ある。水系単位の転作 [=農村社会学的対策]、局地排水及び営農的対策がそれである。



1) 水系単位の転作 用水路あるいは用水・排水兼用水路の取水門を閉鎖して、水路に灌漑水が流れないようにする。乾田地帯であれば、これだけで、かなり汎用化が期待できる。

耕地整理の済んだ圃場では、圃区単位の汎用化をするのが合理的である。つまり、圃区の取水を止め、小排水路の水位を下げれば、圃区全体を畑地化できる。用水路をコンクリート等の非漏水性材料で作ることが重要である。

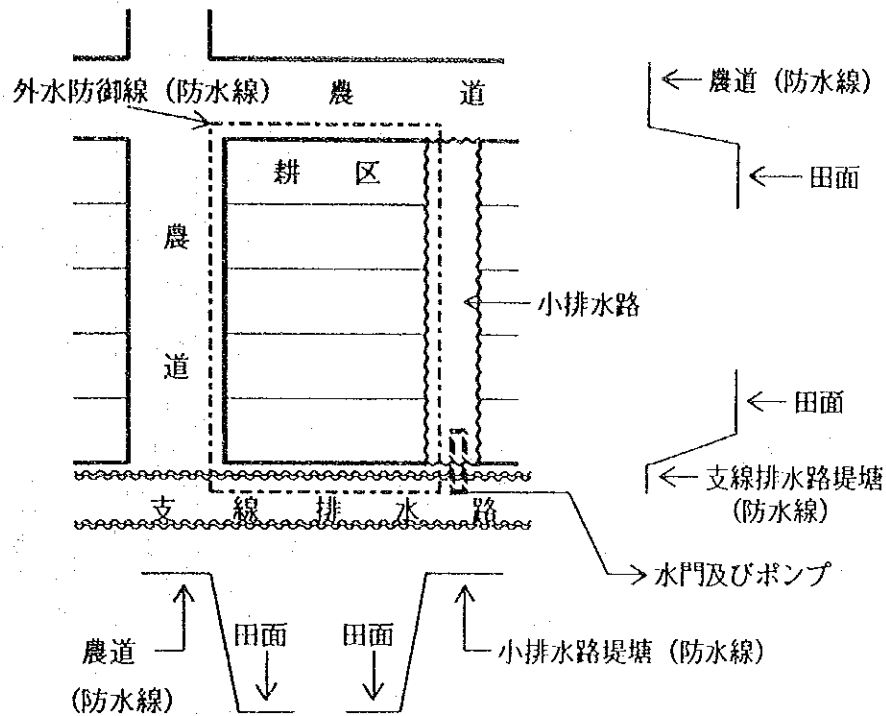
2) 水系単位の転作ができない場合

a. 一筆あるいは数筆毎の局地排水 (Block 排水)。

これは、

(i)畦畔・水路の堤塘 (土手)・道路などで区切られる排水 Block (*)を定め、(ii) Block の境界を成す「堤防」によって外部から水が流入するのを防ぎながら、(iii)内部の過剰水を、何らかの方法で水路に排出する、局地的な排水方法である。

*排水 Block: 「外部からの浸入水を防ぐ『堤防』で囲まれ、独立の排水施設を持つ小区域」、すなわち、小さな「輪中」のこと。実際には、畦畔・堤塘・農道等の構造物が堤防の役割を果たす。

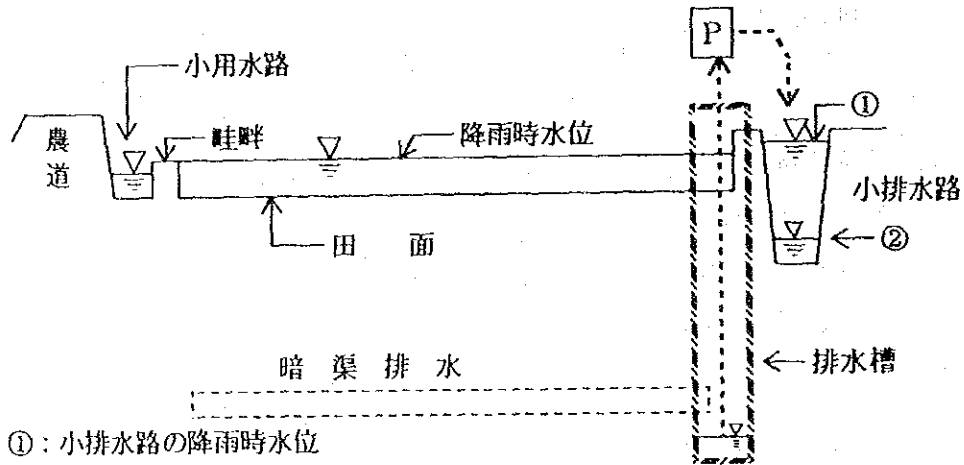
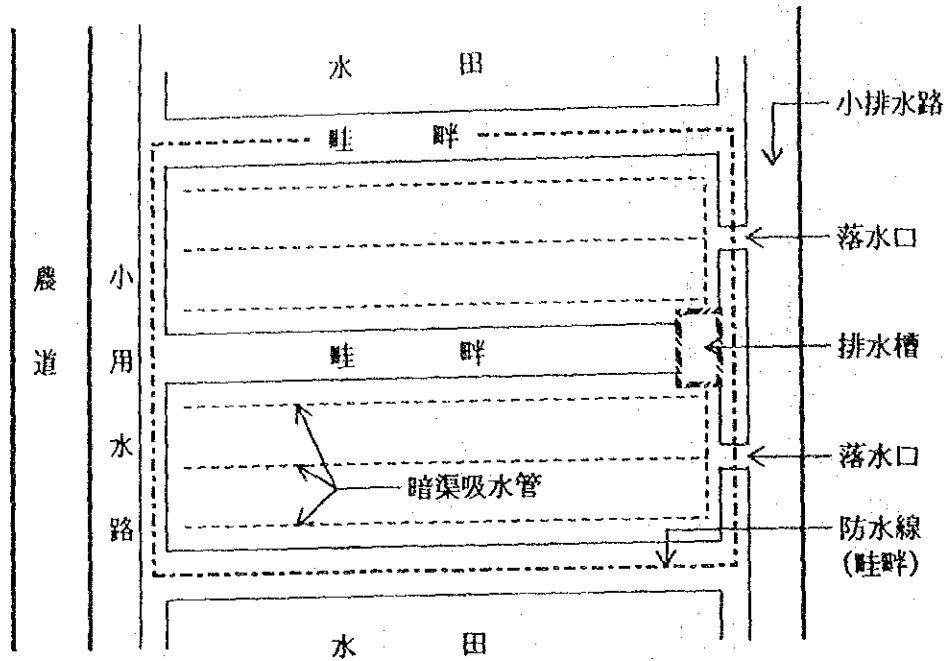


Block からの水路への排出方法は、地形条件によって異なる。

- (i) 排水すべき過剰水の一時的な貯留槽（排水槽）を Block 内に設けて、
- (ii) そこで地下水（及び地表水）を集め、
- (iii) ポンプで外部に排出する。

土壤の透水性が良ければ、周囲の水田及び水路自体から輪換畑に浸透してくる水が多いので、ポンプの運転経費が多くかかる。

低平地



- ①：小排水路の降雨時水位
- ②：小排水路の常時水位

耕地整理が済んでいれば、排水 Block の選択は容易である。一筆の水田を排水 Block にしてもよいし、関係者の合意を得ることさえできれば、農区(*)全体を排水 Block にしてもよい。小排水路または支線排水路が近傍にあるので、排水槽の設置位置も容易に定まる。

*農区：小排水路を挟む2個の圃区を合わせて農区という。圃区は、三方を農道に、一方を小排水路の堤塘(土手)で区画された輪中。ただし、支線用排水路の堤塘が農道を兼ねることがある。農区は、四方を農道(支線用排水路の堤塘)に囲まれ、圃区のほぼ2倍の面積を持つ輪中。

しかし、耕地整理が済んでいなければ、第1に排水 Block の決定が難しく、第2に排水槽の水を排出すべき水路も遠く、実施に苦勞することが多い。

〈傾斜地〉

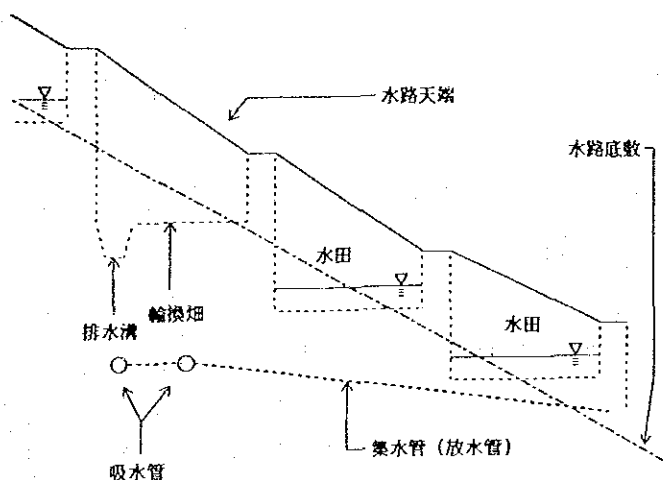
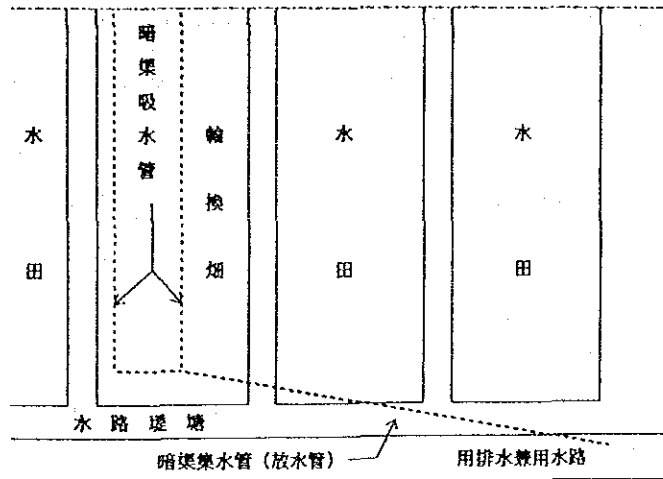
Block から水路への排出は、排水管による。

傾斜地の水路は、概して用排兼用水路である。夏の間、水路には灌漑水があるので、排水を必要とする輪換畑に接する水路水位は当該畑の地面よりも高い。しかし傾斜地であれば、数筆分下流の水路の水位は十分に低い。そこで、下流側の水田の地下に排水管を敷設して、水位の低い水路まで過剰水を導く。最初の投資は要るが、ポンプと違って、運転経費はかからない。

耕地整理が済んでいても、傾斜地の水路は用排兼用水路であることが多い。しかし、耕地整理済みの場合にはどの耕区も水路に接しているため、排水管の設置が容易である。

耕地未整理圃場の場合には、水路が遠く、したがって排水管の敷設に費用がかかることがある。関係者の合意が得られれば、数筆分下流の田面に排水管の吐出口を設けることも検討すべきである。

なお、①傾斜地輪換畑の排水不良が耕盤上の停滞水によるものであり、②下層土の透水係数が大きく、③下位水田との高低差が大きい（60cm以上？）という条件を満たすならば、排水対策として耕盤破碎だけで十分である。必ずしも暗渠を必要としない。



ただし、たとえ下位水田との高低差が大きくとも、下層土の透水係数が小さい場合($\leq 1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$?)には、耕盤破碎に伴って過剰の水が土中に浸入して畦畔を崩壊させることが稀にあるかもしれない。その恐れのある場合には、排水管を併設して土中の水を速やかに排出しなければならない。いかなる高低差と、透水係数の時に注意を払うべきかは、韓国の土層・気候・地形条件を考慮した研究によって定める必要がある。

傾斜地輪換畑で数戸の農家が局地排水をした場合に、輪換畑からの排水量の合計が、水路の容量を越えて溢れ出ないかどうかが問題になる。夏の水路は、灌漑水で湛えているので、元々水位が高いからである。その調査は、農業土木分野の重要な研究課題といえよう。

b. 営農的対策

高畝にする。あるいは、作目・作期を工夫して雨害を避ける。これは、農業土木ではなく、栽培分野の課題である。

投資が少なく、効果が高い点では、1) の水系単位の転作が一番望ましい。しかし、韓国は長い歴史を持つ国で、それだけ水利慣行も複雑であろうから、実施可能かどうかはわからない。韓国の専門家との共同による可能性調査が望まれる。

2) - a. の局地排水は、現地の状況によって対応の仕方が違う。現場が決まれば、確率降雨量、水管理慣行、水路断面、土壌の透水性、地形傾斜度、転換面積、ポンプの値段と運転経費等を調べて、「局地排水」を適用してよいかどうかの判断資料を作ることができる。関係農家の合意が得られれば、実行されるであろう。

最終的には、任意の現場に対して、適用可能性の判断を下し・適当な対策を検索できる「局地排水の手引き」を、韓国側の研究者と協力して作成することが必要になろう。長い期間がかかると思われる。

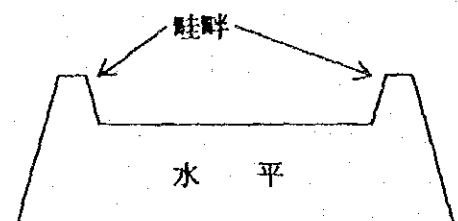
2 排水改良の基本的な考え方と必要な研究事項

— 韓国の風土に適した技術を目指して —

(1) 汎用水田に求められる条件—矛盾した要求

輪換畑といえども畦畔を持つ水平な圃場だから形態的には水田である。故に、畑—水田—畑—水田…と、輪換的に利用される圃場は、汎用水田と呼ぶのが適當であろう。

畦畔も水平も、共に流出防止機能すなわち貯水機能を持つ。流出防止を特徴とする圃場であるから、地表排水に本質的限界がある。具体的にいえば、



浸透が悪い場合には、落水口からの流出が終わった後でも、圃場に水溜まりが残りやすい。

したがって、過剰水の浸透排除が汎用化成否の鍵となる。しかし、浸透が良くなりすぎると、水田に復元した時の漏水が懸念される。

結局、「畑作時には高浸透、稲作時には低浸透」という、矛盾した特性が汎用水田には要求される。このような無理な要求にいかに対応するかが、技術というものであろう。

(2) 排水不良の判定基準

韓国に適した排水技術は、韓国の風土と営農条件及び農村社会を熟知した韓国の人間によってのみ確立される。技術確立の第一歩として、韓国に適した排水不良の判定基準 (criteria) の研究が必要である。

参考指標例としては、次のものが挙げられよう。

降雨終了後、何日も地表凹部に水が残留する

降雨終了後、何日も機械作業ができない

作物体に湿害症状が現れる

etc.

ただし、ある圃場が排水不良であるかどうかは、最終的には営農者の総合判断による。

(3) 排水不良の原因

落水口からの流出が終わった汎用水田に見られる排水不良の原因は、二つある。一つは、外部から余分の水がくることであり、他の一つは浸透不良である。浸透不良の原因は、落差不足・流路の過長・透水性の過小に三大別される。

(4) 排水不良対策と排水改良は同一か？

地表流出が終わった後の排水不良対策には、①外水の浸入遮断、②浸透促進、③営農対応の3種類がある。営農対応の中、高畝や作目・作期の変更は、排水を改良するのではなく、排水不良の害を避ける手法である。外水の浸入遮断も、排水を改良する手段でなく、過剰水の発生を防ぐ手段である。発生した過剰水を排除する意味での「排水改良」以外に、排水不良の害を避ける方法はいろいろある。

(5) 浸透不良の基本形態

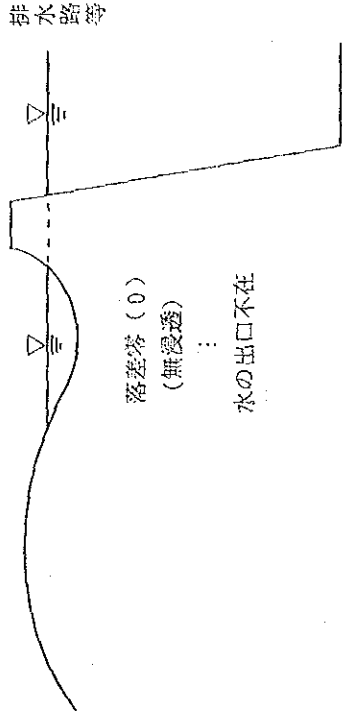
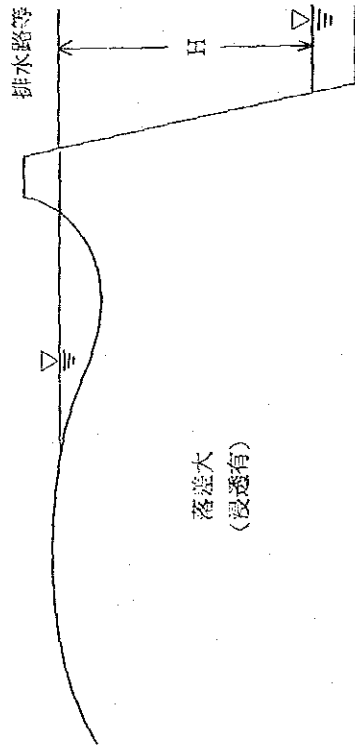
浸透不良の「基本形態1」は落差不足である。現象的には、地下水が高い・水の出口がないという形で現れる。

排水不良の基本形態

1. 落差不足等

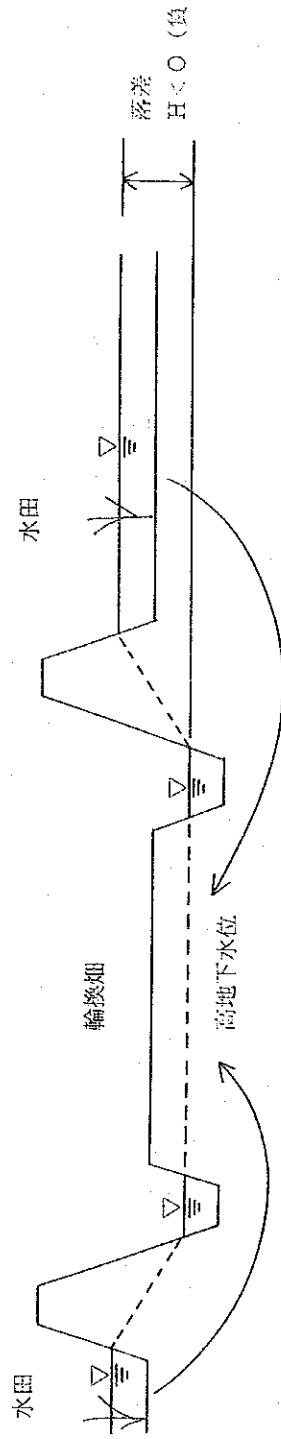
落差 H : 過剰水の水面と出口の水面との高低差

排水路等 : 排水路・河川・湖沼・海 ; 傾斜地の下位水田等



排水不良の基本形態

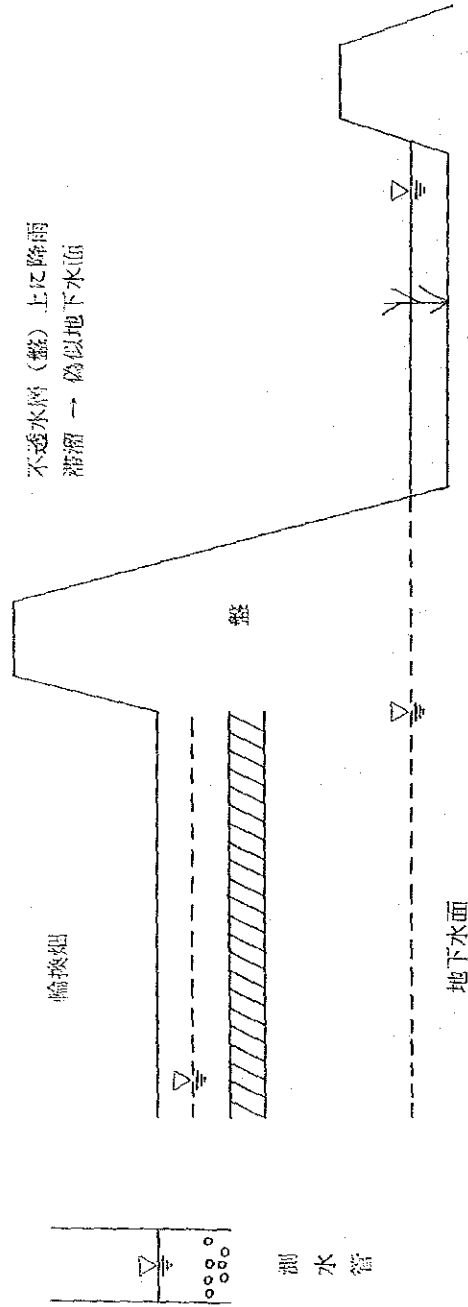
○ 高地下水位



落差 < 0 → 外水侵入 (出口不在)

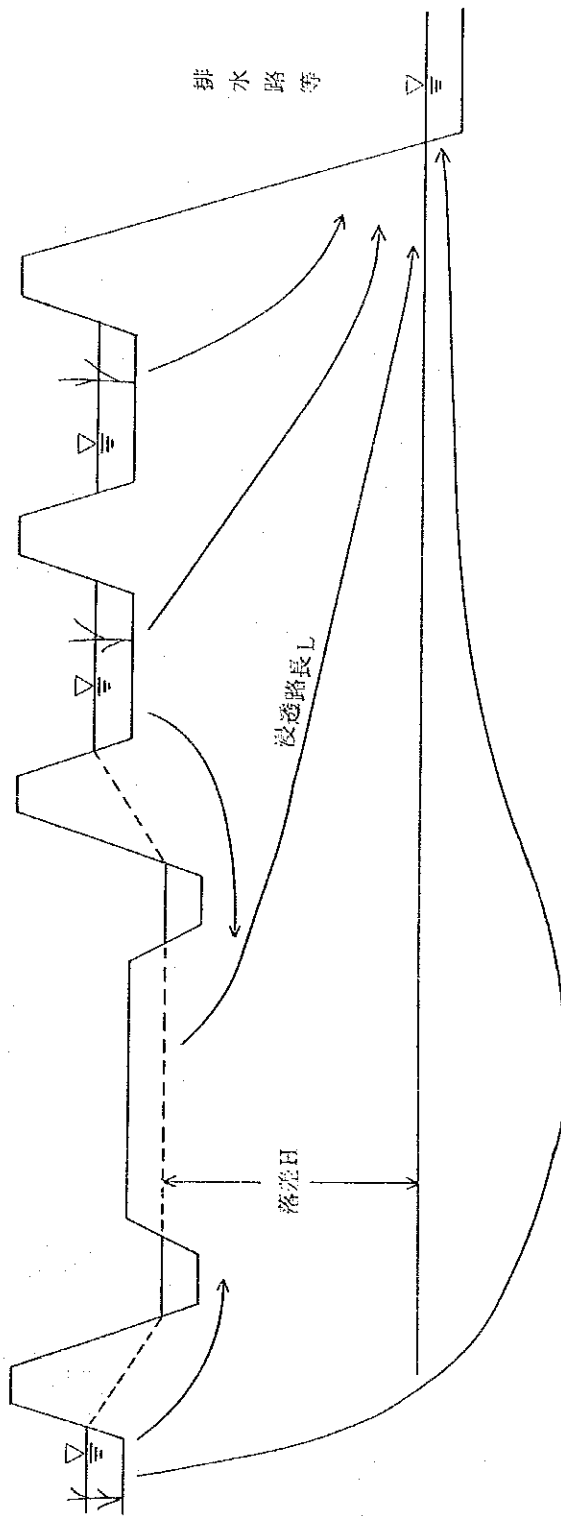
排水不良の基本形態

○ 偽似地下水位



排水不良の基本形態

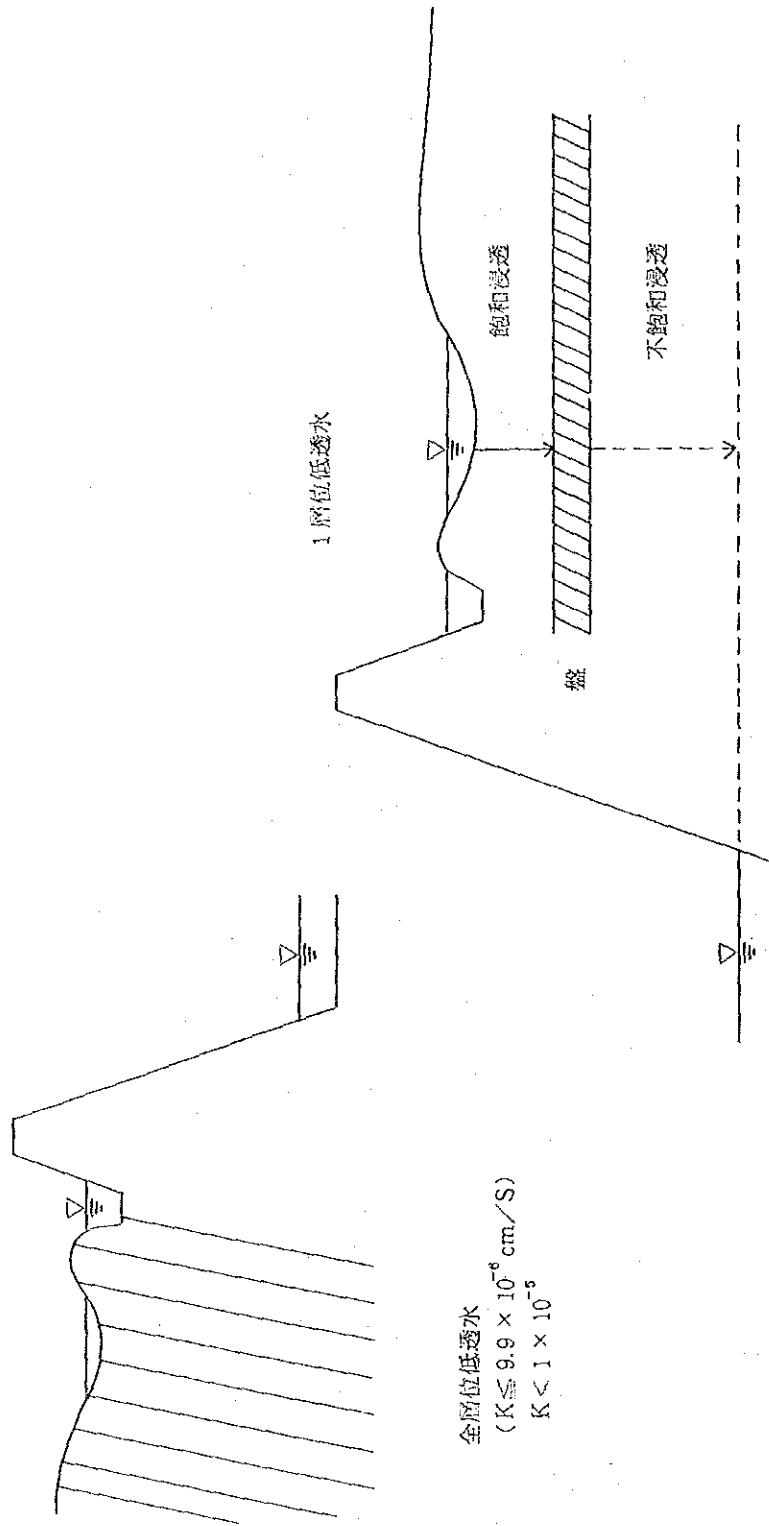
2. 流路長大



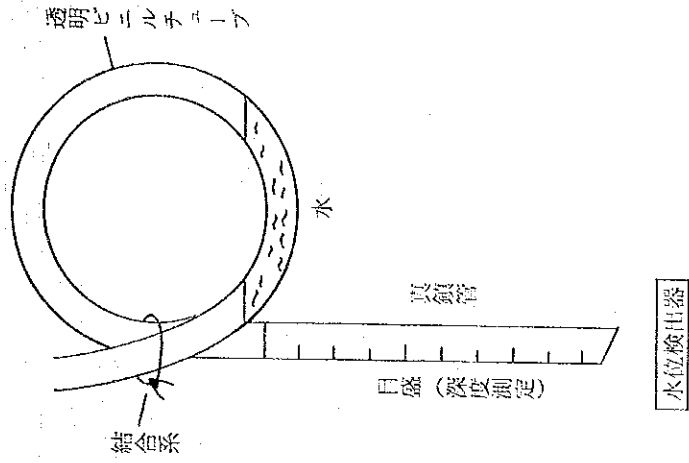
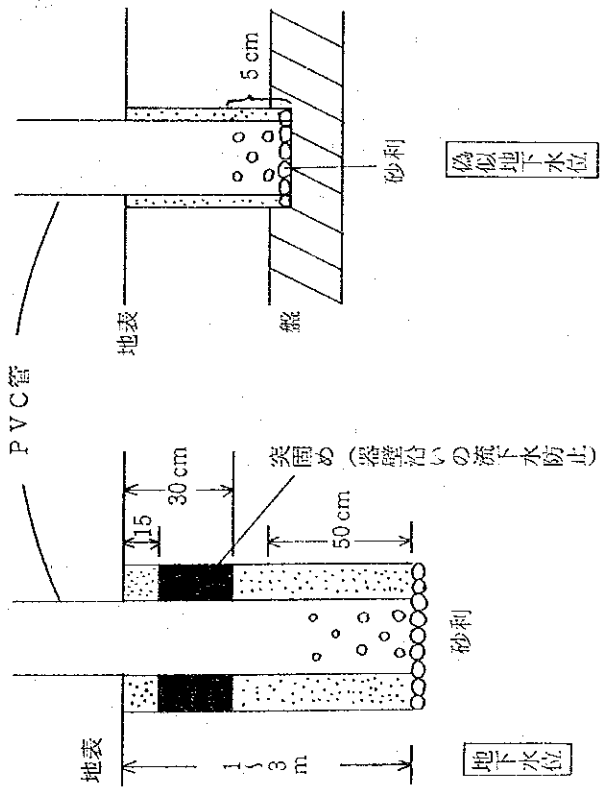
$$\text{浸透速度 } v = K \times H/L$$

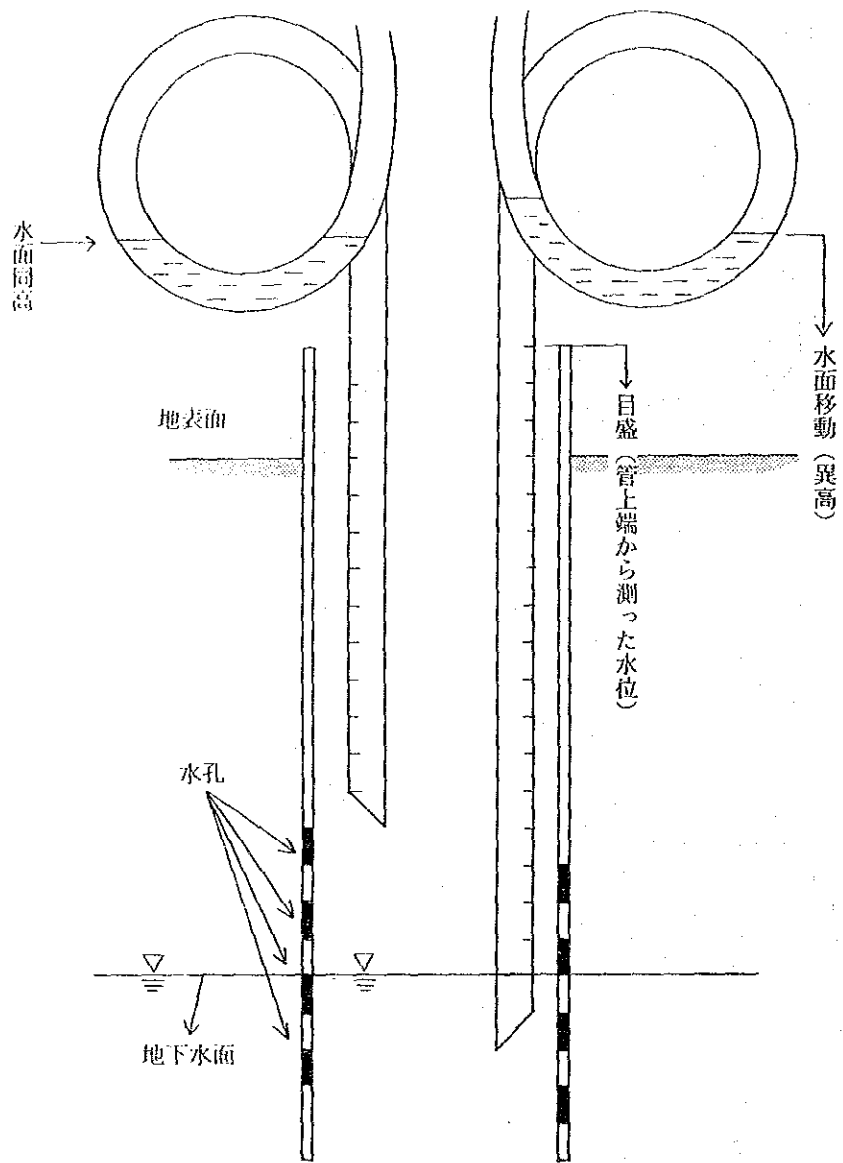
排水不良の基本形態

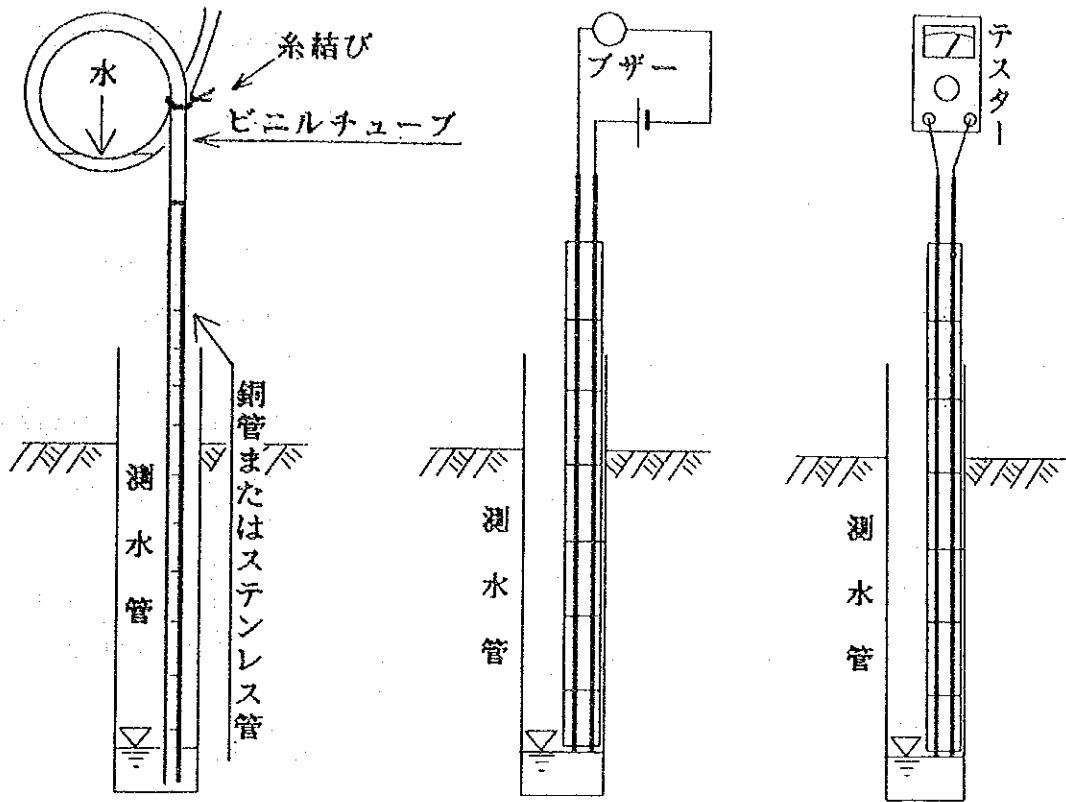
3. 透水不良



側水管と水位検出器







測水管内水位検出器

「形態2」は浸透路の過長である。排水路・湖沼・河川など「出口」までの距離が長い場合は、浸透速度が小さくなる。形態の1と2は、よく複合して現れる。

「形態3」は、透水不良である。これには、深さ1 m程度までの土層の全体が低透水（透水係数 $< 1 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ ）の場合と、下層と作土の透水性は良いが、途中で難透水層（盤）が存在する場合がある。

(6) 形態に応じた排水改良

形態1の落差不足に対しては、排水路の掘り下げ・局地排水などによって落差を与えることが対策である。形態2の流路長大に対しては、暗渠排水が劇的な効果を発揮することが多い。形態3の浸透不良に対しては、人工的な破碎亀裂を与えることが必要になる。

排水不良の形態と対策は適合していなければならない。例えば、形態1の出口がないための浸透不良の時に弾丸暗渠を施工すれば、人工空隙の部分が貯水槽になり、かえって逆効果である。

(7) 浸透不良形態判定に必要な測定事項

浸透不良の形態を決定するには、層位別透水性と地下水位の測定とが不可欠である。また、土壤断面の調査も有力な情報を与える。

浸透速度 v は透水係数 k と落差 H の積に比例し、浸透路長 L に反比例する。

$$v = k \times H / L.$$

したがって、どの部分に問題があるかを判定するために、層位別の透水係数の測定が決定的に重要である。この測定は、不透水層（盤）が存在するか否かの判定にも役立つ。

地下水位の重要さは言うまでもない。ここでは、降雨の後一時的に現れる盤上の停滞水面、いわゆる疑似地下水面の検出の重要性を強調したい。まず土壤断面を調査し、作土直下の土壤が灰色（還元色）に近くなり、更に下の層が再度褐色ないし黄褐色（酸化色）になっているかどうかを観察する。もしその疑いがあれば、盤までの深さの測水管を設置し、その水位を測定する。雨の後、その浅い測水管に水位が現れ、しばらく消えなければ、疑似地下水位があると断定できる。

(8) 排水改良の評価手法

いろいろの対策を施したときに、効果があったか否かを何で判断するかが問題である。ここでは、その例を挙げる。しかし、韓国の諸条件に最もふさわしい評価項目は、韓国の研究者のみが決定できる。

降雨後の地下水位・疑似地下水位の低下速度

地表排水量・地下排水量。その降雨量に対する割合（排水率）

降雨終了後の機械作業性（対策前に比べて早く圃場には入れるか）

透水係数・再度率等の土壌物理性

(9) 農業工学部門との共同研究の必要性

韓国の条件に適した排水技術は、韓国の研究者・技術者だけが確立できる。

その確立のために農業技術部門と農業工学部門（特に農水部農漁村開発局、農漁村振興公社、建国大学農工学科、韓国農地開発研究所）との共同開発が重要である。

付 減水深・浸透性・透水性の区別と関連

(1) 用語法

1) 減水深と浸透性

日減水深（water requirement rate）は、「無降雨・無灌漑・無落水の水田において1日に減少する湛水深」である。減水の原因は、浸透（percolation）と蒸発散（evapo-transpiration）である。

$$\text{減水深 (Wr)} = \text{浸透性 (P)} + \text{蒸発散 (ET)}$$

∴ 減水深 ≥ 浸透性

畦畔で囲まれた耕区の減水深、すなわち一筆減水深は、耕区内の数点で測定した点的減水深の平均値と必ずしも等しくない（not always equal）。実例は後述。

2) 浸透性と透水性

浸透性は透水性と動水勾配（落差÷浸透距離）との積である。透水性が小さければ浸透性も小さい（浸透量が少ない）。しかし、透水性が大きい時には注意を要する。透水性が大きくとも落差が小さければ、浸透性も小さい（浸透量が少ない）。例えば、落差が0なら浸透量も0である。

低透水→低浸透。低落差→低浸透

逆に浸透性が小さい圃場は、透水性が小さいか落差が小さい。いずれであるかは、調査してはじめて判明する。

つまり、低浸透であれば→[低落差 and/or 低透水]

したがって、低浸透と低透水を同一視するのは誤りである。

ところで、韓国の要改良水田の分類指標の一つに透水性があり、湿田の透水性は1 mm/dと記

載してある。この「透水性」という表現は妥当であろうか？

河川の傍の砂壤土水田を考えてみよう。川の傍に位置するため地下水位が常時高く、非灌漑期にも地表が湿っているならば、この水田は湿田である。砂壤土なので透水性が $1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ (86.4mm/d) であったと仮定する。この場合、透水性は基準値 1mm/d の80倍も大きいのに湿田である。だから、透水性が湿田か否かの判定指標として役立つとは限らない。

しかし、田面湛水位と河川水位との落差が0に近い場合には、水田の浸透量が 1mm/d 程度に小さくなることは有り得る。湿田の判定指標の「透水性」を「浸透性」と訂正するのがbeterであろう。

(2) 一筆減水深と円筒減水深

1) 減水深は蒸発散より小さくなれるか？

例として本松長期専門家の91年度報告のデータを用いる (P, 25表-29)。

表中で「垂直」というのは円筒内水位の減少量 (3個平均)、「圃場」というのは水田一筆の湛水深の減少量である。

| 減水深の経時変化 | | (mm/day) | | | | | | | | | |
|----------|----|----------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|
| 輪換形態 | 日付 | 6.5 | 6.8 | 6.10 | 6.17 | 6.24 | 7.1 | 7.24 | 8.8 | 8.22 | 平均 |
| 水稻連作 | 垂直 | 4.0 | 5.1 | 5.2 | 8.4 | 7.2 | 8.6 | 9.6 | 4.6 | 3.6 | 5.7 |
| " | 圃場 | 6.5 | | 5.3 | 7.2 | 7.2 | 6.8 | | 6.6 | | 6.6 |
| 2年輪換 | 垂直 | 4.4 | 5.3 | 7.7 | 12.2 | 8.1 | 3.3 | 14.9 | 6.2 | 4.0 | 7.3 |
| " | 圃場 | 12.6 | | 15.4 | 11.5 | 11.4 | 6.7 | | 9.6 | | 11.2 |

(i) 7月から8月にかけての蒸発散量 (ET) が 6mm/day を下回ることは、雨天を除けば、ほとんどない。ET=6と仮定しよう。減水深 W_r は、浸透 p と蒸発散 ET との和だから、 $W_r = p + ET = p + 6$

(ii) 7月1日のデータを見よう。水稻連作区の数字は、円筒減水深が3.6、一筆減水深が6.8である。上式に代入してみる。

$$\text{一筆: } W_r = p + 6 = 6.8 \quad \therefore p = 6.8 - 6 = 0.8$$

$$\text{円筒: } W_r = p + 6 = 3.6 \quad \therefore p = 3.6 - 6 = -2.4 < 0$$

円筒による測定では、水位の減少が負になった。換言すれば、円筒内の水位が上昇した。つまり、浸透水が外部から円筒内に浸入してきたと考えられる。6月5日、8月22日もその可能性が強い。

(iii) この現象は、図1の時に生ずる。図2の時は、円筒内減水深のほうが一筆減水深よりも大きく現れる（6月12日のケース）。

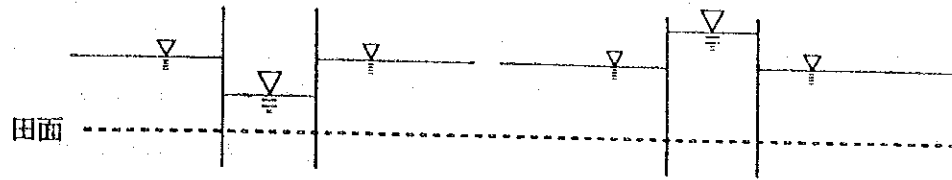


図1 内部水位低い

図2 内部水位高い

(iv) 円筒内外の水位は、測定の度毎に同一になるように調整されているはずだが、何らかの原因で円筒の内外に水位差が生じたと考えざるをえない。日本では、このような内外水位差の偶発による誤差を防ぐため、「或点の減水深を測る必要が特にある場合」には、N型減水深測定器あるいは迅速漏水量測定器を使用する。

(v) 一筆浸透量の0.8mm/dという値にも問題がある。あのような土性と落差で1mm/d以下の浸透量ということは考えられない。下方へ浸透によって降下する水量に匹敵する量の水が、上位水田から補給されているものと考えられる。

(vi) そのことは、

- ① 土壤の透水係数と落差から浸透降下すべき水量を計算すること、
 - ② 水系の最下位水田の浸透量が常時負になること、
 - ③ 水系の最上位水田の減水深が格段に大きいこと、
- で確認できよう。

(vii) もっとも、③の場合、用水路が土水路であれば最上位水田にも土水路からの補給があるから、差はあまり明瞭ではないかもしれない。

(viii) また②の場合、最下位水田の湛水面と排水路水面との差が大きければ、結果が明瞭でないかもしれない。その場合には、上位水田との田面高低差が大きく、下位水田との高低差が小さい水田を選ぶ。

2) 点の減水深から一筆の減水深が求まるか？

(i) 日本での結果によれば、一筆内の場所によって点減水深が大きく異なる。例えば、中心付近で10mm/d、畦畔付近で20mm/dということがあった。この場合、一筆減水深は平均値をとって $(10+200)/2 = 105\text{mm/day}$ としてよいのであろうか。

(ii) 一筆減水深の実測値は30mm/dであった。上記の計算値の3分の1である。

(iii) 一筆の水田を細かく格子状に区切り、各交点で点減水深を（N型及び迅速漏水量測定器で）精確に測定する。測定値を級分けし、各級の減水深とその減水深に対応する面積

とを乗じたものの総和を求め、圃場の面積で除すれば平均減水深が求まる。

(iv) 理論的に、その数値は一筆減水深に等しいはずである。

(v) しかし、何故そのような煩雑な労力を費やすのか？ 一筆減水深を直接測定すれば十分ではないか？

(vi) 現行の3点円筒測定値の平均値を、その圃場の「減水深」(しばしば透水性と混用?)と見なすのは、問題である。第一に、内外水位差が生じた場合に誤差が生じ、第二に側点数が少なすぎるからである。

(vii) 一筆の減水深を求めるのが目的であれば、圃場の湛水深変化を測ったほうが労力がかからず、測定値の意味が確実である。

(viii) 円筒式の3点測定値を測るのは、労力が一筆減水深の3倍かかって、得られた測定値の意味が曖昧である。

3 韓国の風土に根差した排水工法の確立のために — 基本的な考え方と必要な研究事項 —

[本章における下線箇所は、韓国の条件下での試験研究が必要な事項である。]

(1) 地形条件

韓国では低平地と傾斜地の双方に水田がある。そして、傾斜地の土壌は概して非粘質で透水が良く、耕盤と代かき層のみで水田の下方浸透を抑制していることが多いようである。つまり、過剰水に加わる落差が地形条件のために大きいにもかかわらず、耕盤と代かき層の低透水性が、水田の湛水を維持していると考えられる (確認調査が必要)。

低平地と傾斜地を比べれば、傾斜地は、落差が大きい分だけ排水改良が楽である。ただし、再び水田に戻した時に浸透量が過大になり易い。つまり、傾斜地水田を汎用化するうえでの最大問題は、水田復元時の過浸透防止である。

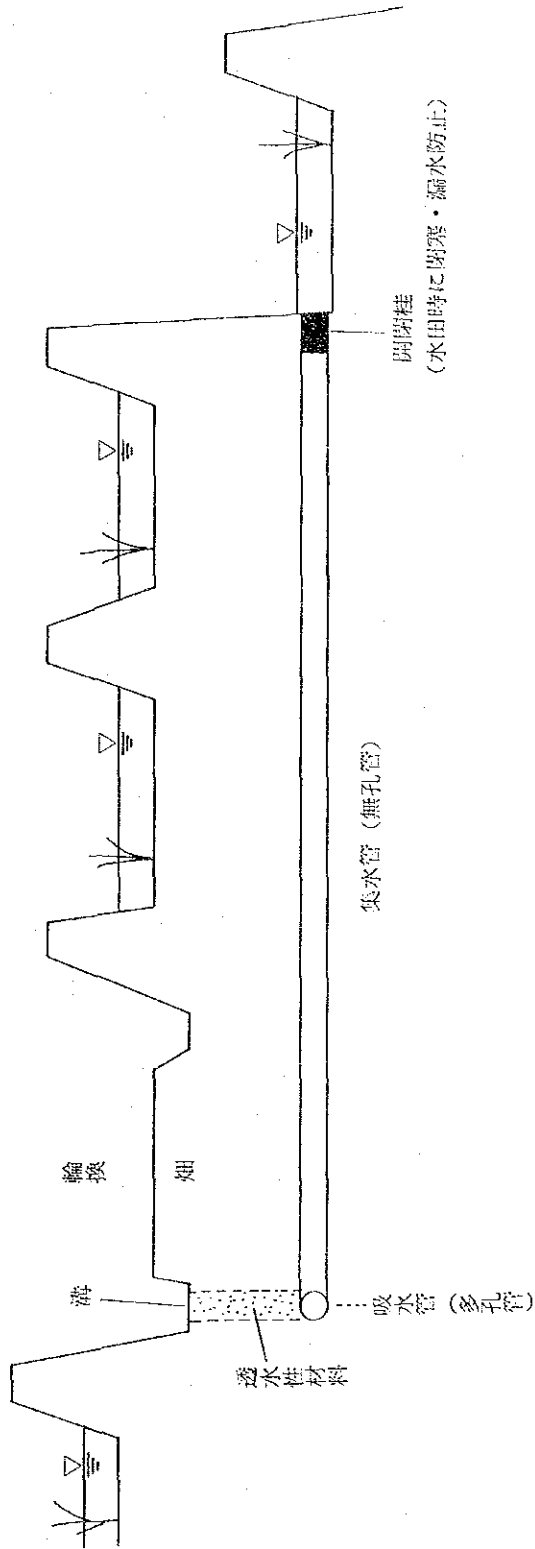
したがって、傾斜地では、「浸透抑制を受け持つ2層のうち耕盤を破碎して透水性を上げ、代かき層のみで浸透抑制を図る技術の開発」、すなわち「作土管理による浸透量調節の研究」が重要になろう。

この技術が成立する条件は、①耕盤層の破碎空隙が持続すること、②水田時には作土層の代かきで浸透が抑制できること、③畑作時には作土層の乾燥亀裂が耕盤層の破碎空隙に接続して浸透が促進されること、の三つである。

それ故、耕盤層に与える人為的な空隙の、形状・構造・間隔・深さ及び持続性に関する研究と

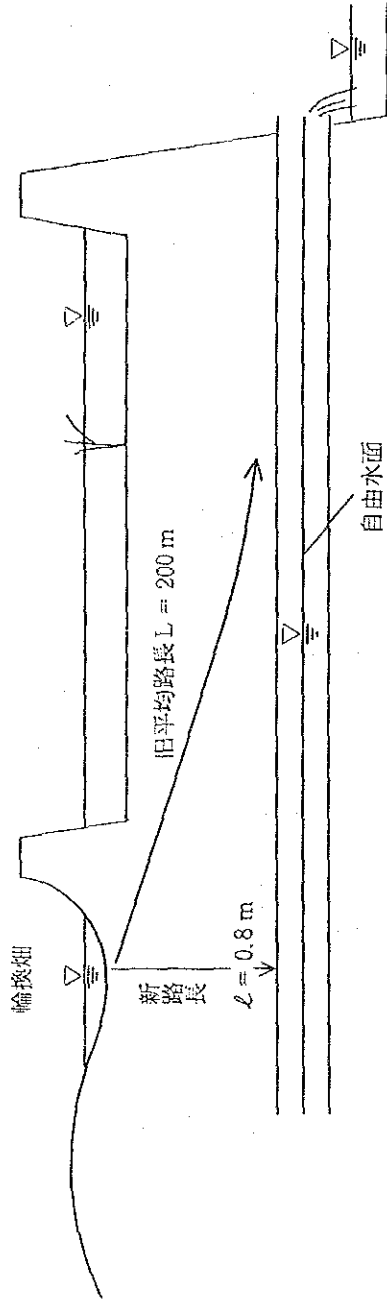
対策工法の基本

(1) 落差をつける〔水の出口確保 …… 局地排水（後述）〕



対策工法の基本

(2) 流路短縮



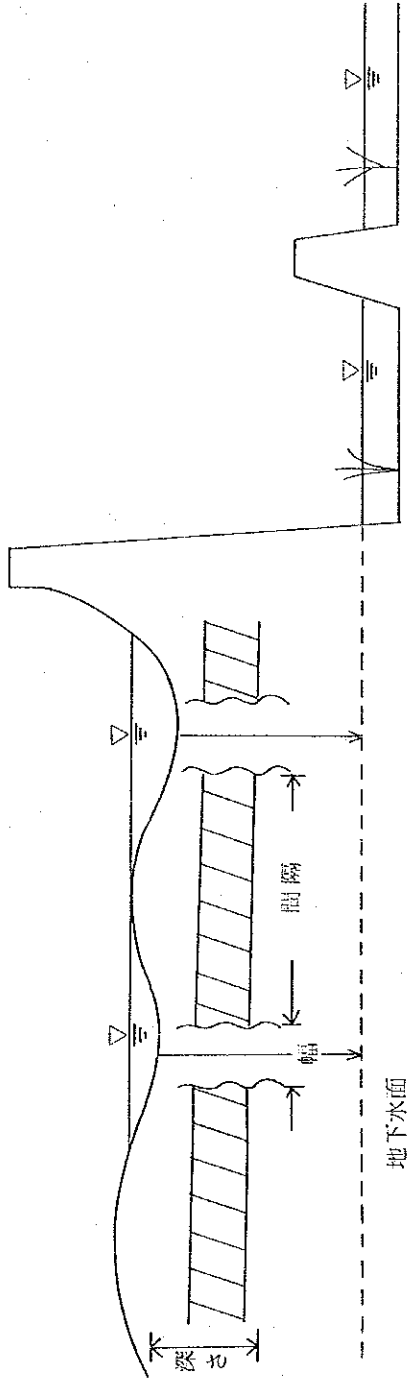
旧浸透速度 $v_0 = K \times \frac{H}{L}$

新浸透速度 $v_1 = K \times \frac{H}{\ell}$

新旧比 $\frac{v_1}{v_0} = \frac{\frac{H}{K \times \ell}}{\frac{H}{K \times L}} = \frac{L}{\ell} = \frac{200}{0.8} = 250 \text{ 倍}$

対策工法の基本

- (3) 透水改良
- 全層低透水 材料暗渠（組合せ暗渠）
〔出口の確保前提〕
 - 1層低透水 盤の破砕〔水田復元時の漏水注意〕



作土の代かきによる浸透抑制の可能性に関する研究の二つが中心課題になることは、言うまでもない。また、耕盤以下の層位の透水性が良好であることも確認しておく必要がある。

一方、低平地輪換畑の浸透促進は、暗渠に頼ることが多い。「暗渠効果の促進と持続、並びに劣化した暗渠排水機能の回復技術に関する研究」が最も重要であろう。その際、暗渠の効果は、何よりも「暗渠排水量」と「降雨後の地下水位の低下」で測るべきである。降雨後の土壤水分の減少や土壤空気量の増加、降雨後の地耐力の増加なども暗渠効果の指標になる。

一般に、暗渠とは地下水に埋めた多孔管だという誤解がある。しかし、少なくとも低平粘土地帯の暗渠は、単なる多孔管とは異なる。管とその上部の垣根状透水部分を一体と捉え、「上部に透水垣がある吸水管」あるいは、むしろ「下部に吸水管のある透水垣」と考えるべきである。このことを完全に認識しなければ、「暗渠効果の持続と促進に関する研究」は進まないであろう（後述）。

(2) 局地排水 (Block 排水) について

1) 概要

局地排水 (Block 排水) とは、

- (i) 一筆あるいは数筆の圃場より成る排水 Block 排水を決め、
- (ii) Block 内の余剰水を、何らかの方法で Block の外に排出する方法である。

排水 Block とは、道路・水路の土手・畦畔など、「堤防の役割を果たすもので囲まれた区域」である。これらの「堤防」で外部から水が流入するのを防ぎながら、Block 内の水を外部の水路・低位置の水田等に排出するのが、局地排水である。

Block から水路への水の排出方法は、地形条件によって異なる。

a. 低平地 排水槽とポンプによる

排水すべき過剰水の一時的な貯留槽 (排水槽) を Block 内に設ける。

- (i) Block 外部の水路等の水位が高い時には地表水と地下水の両方を排水槽に集める。
- (ii) 水路等の水位が少し低い時には、地表水を水路等に流出させ、地下水のみを排水槽に集める。
- (iii) 槽内の水をポンプで水路等に排出し、槽内水位を暗渠の吐出口よりも低く保つ。

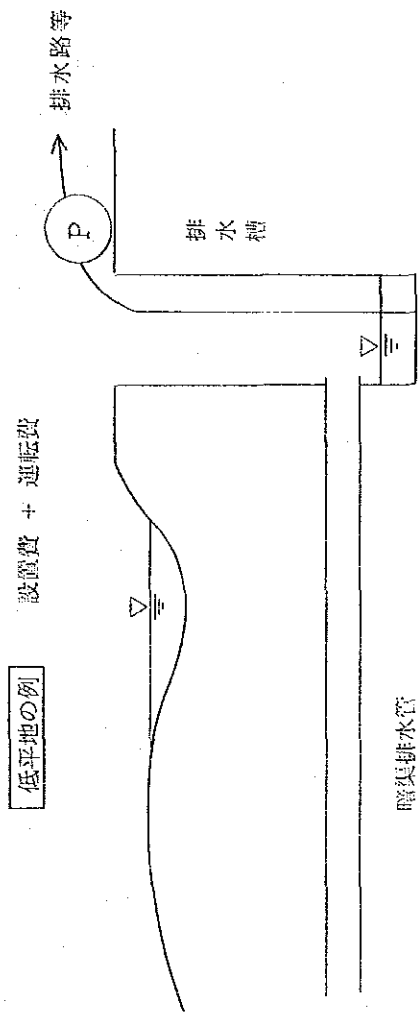
排水槽の深さ及びポンプの容量・揚程が、(i)の時か(ii)の時かによって変化するのは当然である。土壤の透水性が良ければ、周囲の水田及び水路自体から輪換畑に浸透してくる水が多いので、ポンプの運転経費が多く要る。

b. 傾斜地 耕盤破碎、あるいは耕盤破碎と暗渠との組み合わせによる

下層土の透水係数はかなり大きいようなので(確認試験を要す)、下位水田との高低差が大き

局地排水（ブロック排水）

○ 1筆地域は数筆地の面場（排水ブロック）の排水



ければ耕盤破碎だけで十分である。下位水田との高低差があまり大きくなければ、暗渠排水と耕盤破碎の組み合わせが必要になる。

傾斜地の水路は用排兼用水路が多い。夏の間、水路には灌漑水があるので、排水を必要とする輪換畑に接する水路水位は当該畑の地面よりも高い。したがって、暗渠排水管の吐出口を水路に設けても、水路から当該畑へ水が逆流してくるだけである。しかし、傾斜地であれば、数筆分下位の水路の水位 (or 水田自体の水位) は十分に低い。

そこで、下位側の水田の地下に無孔管を敷設して、水位の低い水路 (or 水田) まで暗渠の水を導く。最初の投資は要るが、ポンプと違って、運転経費はかからない。

なお、将来、局地排水技術の専門家を韓国内に養成し、局地排水の可能性 (及び最適排水体系) の調査と診断を行う体制を確立する必要がある。さもなければ、普及は無理だと思われる。

2) 工法

a. 基本計画

(i) 目標雨量 R (*) と目標排水時間 T を定める。例えば、120mm の日雨量を24時間で排除する、というように。目標をあまり大きくとると、ポンプ代が高くなる。

* 目標雨量の決め方の例：1年に1~2度降るくらいの大雨 (ex.120mm)。あるいは、1~2年に1度降るくらいの大雨 (ex.150mm)。

(ii) 排水 Block を決める。Block の面積を S とする (ex.1 ha)。

(iii) 排水目標値 $q = f \times (R \times S \div T)$ を求める。 f は降雨の流出率である。大雨が降るのは雨期であり、土がかなり湿っていることを考えれば、 f は 90~95% (?) 程度に見込むのが安全であろう。(90~95% 韓国の条件下ではもっと小さくてよいかどうか、確認が必要。)

例えば、 $q = 0.95 \times 120\text{mm} \times 1 \text{ hr} / 24\text{ha} = 792 \text{ l} / \text{分}$

(iv) 「堤防」の切れ目があれば塞ぐ。特に低い「堤防」があれば高くする。

b. 具体的計画

具体的な計画は、地形・土壌・気象等様々の要因によって規定される。ここでは地形条件に着目し、低平地と傾斜地に分けて考える。

<低平地>

(i) 水路の水位が地表面下20cmより高い(地表排水が十分にできない)。

この時は、地表水も地下水も全て排水槽に導き、機械揚水せざるをえない。

① 容量 $q_p \geq q$ で、かつ必要な揚程を持つポンプを選定する。

* 土壌の透水性が大きい時には、周囲の水田等から浸透してくる水の分として、5~10% (?) 付加する。 ex. $q_p = 792 \times 1.1 = 871 \text{ l} / \text{分}$

(5~10%でよいかどうか、研究を要する。)

- *揚程は、排水槽の下限水位と水路等の最高水位との落差 h が基本である。
しかし、Vertical Pump の場合には、排水槽の下限水位と Pump の最上端との高低差 h が揚程になる。水槽から水路等までパイプを通して排出する時は、 h にパイプの通水抵抗 R を加えた $H = h + R$ が、必要揚程になる。
- *雨が降らない時には、地下水の排除だけなので、ポンプ容量が過大となる。常時排水用に 1/10位の容量のポンプをもう 1 台備え、降雨時と常時で切り替えて使うのも一法である。

② ポンプの設置場所 (排水槽) を設ける。

- *排水槽は、上限水位が地表下 90~100cm、下限水位が 110~120cm 位になるように留意し、ポンプの大きさ、特に吸い込み口の高さを勘案して深さを決める。
- *上限水位とは、水槽内の水位がそれより高くなればポンプを作動させる水位のことであり、下限水位とは、水槽内の水位がそれより低くなればポンプを停止させる水位のことである。
- *電力式ポンプは、自動的に作動・停止するので、上限水位と下限水位の差を小さく設定できるだけでなく、排水槽の径も小さくできる。
- *ディーゼルポンプは、人力で作動・停止するので、停動が頻繁になりすぎないように上限水位と下限水位の差も、排水槽の径も、ある程度大きくする。

③ ポンプの運転・管理体制を確立する。

(ii) 水路の水位が、田面下 20cm より低く暗渠より高い。

この時、地表水は水路に自然排除できるが、地下水位が高い。そこで地下水だけを排水槽に導き、機械揚水する。

① ポンプ容量は、日量 50mm を基準とする。

- *日本での計測によれば、地表排水が終了した後、なお凹部に 50mm 程度の水が残留している。それを 1 日で暗渠を通して排除するという考え方である。
この数字 (50mm) が韓国にも妥当するかどうか、研究する必要がある。
- *例えば、 $1 \text{ ha} \times 50 \text{ mm} \div 24 \text{ hr} = 347 \text{ l/分}$

以下、揚程・台数・排水槽・管理体制に関する考え方は、(i) に同じである。

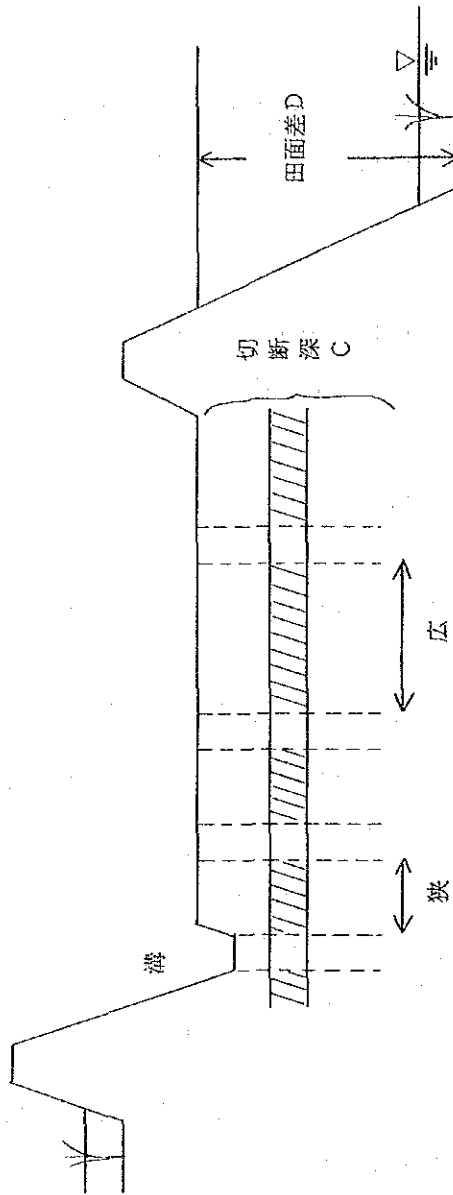
<傾斜地>

(i) 下位水田との田面高低差 $\geq 60 \text{ cm}$ (?) の時：耕盤の破碎

深さ 40cm (?) の耕盤破碎または掘削・埋め戻しを行う。(以下、耕盤破碎と掘削・埋め戻

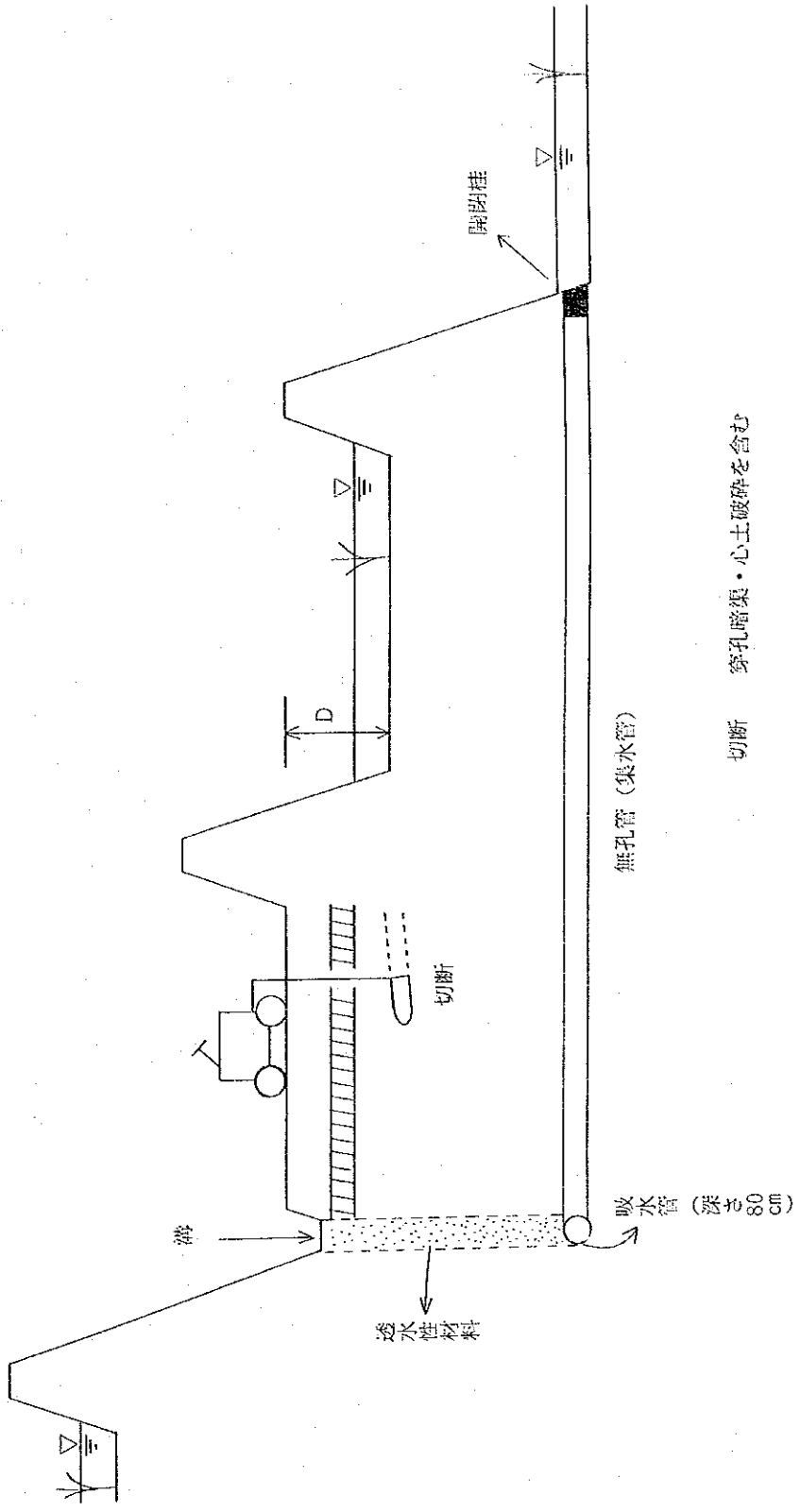
傾斜地の局所排水の例

1. 水原 = 上位水田からの浸出水
2. 盤の存在 (偽似地下水位の確認)
3. 下層土の透水係数大
($K > 5 \times 10^{-4} \text{ cm/S}$)
確認研究

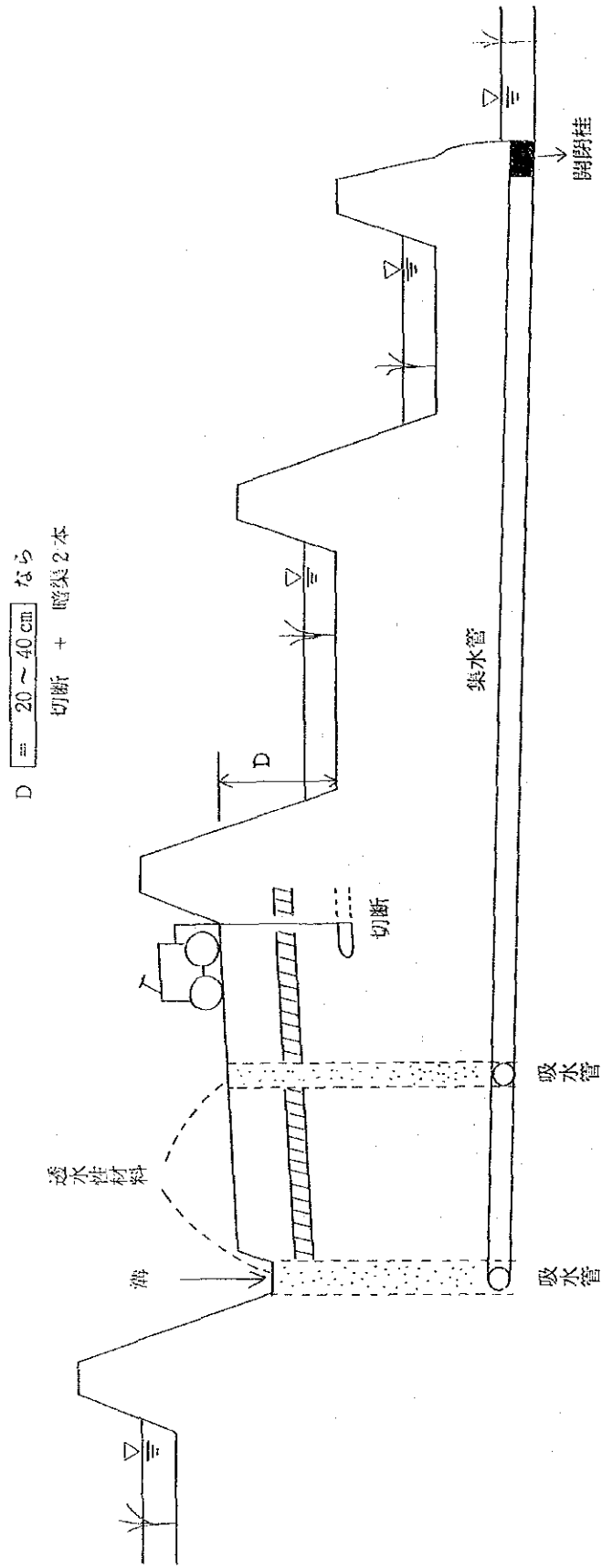


下位水田との田面差 $D \geq 60 \text{ cm}$ なら
土層切断のみで良 切断深 $C = 40 \text{ cm}$

D = 40 cm ~ 60 cm なら
切断 + 暗渠 1 本



傾斜地の局所排水



しの両者を含めて耕盤破碎等と省略する)。間隔は2～5 m(水田に復元した時に過浸透を招かない程度の間隔。試験で定める必要あり)。施工方向は、等高線に平行する。上位水田の畦畔の根際に沿った最初の3本は、間隔を狭くする。(60cm及び40cmの数字が妥当であるかどうかは、試験によって定める。)

もし、地形上の主傾斜から見て讓位の水田と、田越し灌漑の流れから見て上流側の水田とが違っていれば、後者の水田畦畔の根際にも耕盤破碎等を1本施工する。地形上の上位水田と田越し灌漑の上流側水田とが違うというのは、次の状況を指す。

田越し灌漑における上流側水田と当該圃場が並ぶ方向が、等高線とほぼ平行であり、水路にはほぼ直交すること。この時、区画間の大きな段差は地形主傾斜方向に現れ、それとはほぼ直交する方向に小さな段差が現れ、田越し灌漑の水は小さな段差の方向に流れる。

主地形から見た上位水田及び田越し灌漑の流れから見た上位水田の畦畔の根際には、深さ20cmの捕水溝を掘る。この捕水溝を、耕盤破碎等の直上に設ければ効果的である。ただし、土壌が水によって崩壊沈積し易く、耕盤破碎等の効果が1年程度で失われる土壌では、掘削した溝に次項で述べる透水性材料を充填するのがよい。そのような土壌であるか否かの判定手法を確立する試験・研究が必要である(現地試験と室内スレーキング試験の組み合わせで可能だと考えられる。)

排水効果が不足するようであれば、排水不良の状況を見ながら、等高線と平行な方向または直交する方向に、耕盤破碎等を補足施工する。

なお、今まで不飽和であった下層土が耕盤破碎等の浸透促進により水で飽和することになれば、下流水田との境界の畦畔が崩壊し易くなることが、稀にある。その惧れのある時には、浸透水を暗渠で受けて外部に運び出さなければならない。土質的にその惧れがあるかどうかは、古老からの聴き取り調査(*)及び下層土の層位別透水係数・畦畔の勾配と上下田面の高低差に基づく力学計算などにより判定する。農業工学側との共同研究が不可欠である。(※：過去に畦畔が崩壊したことがあるか。あったとすれば、どんな状況の時か?)

(ii) 下位水田との田面高低差=60～40cm (?)の時：吸水管→下流水路へ

(60～40cmという数字が妥当であるかどうかは、試験によって定める。)

上位水田の畦畔の根際(等高線と平行)に、吸水管として多孔プラスチック管または土管を敷設する。管内に滲出してきた水は、下位水田の地下に設置した無孔の集水管を通して、より下流の水路に吐き出す。吸水管は、管径8～10cm・平均深さ80cm・勾配1/250～1/500とする。管の上部に地表下20cmまで透水性材料(*)を充填し、その上部は空間のまま残す。すると、空間部分が上位からの流入水の捕水路の機能を果たす。

水路沿いの畦畔または田越し灌漑における上流側水田(地形上の主傾斜から見た上位水

田と違っている場合)の畦畔を通して水が浸透してくる時は、その根際にも吸水管を埋設し、管の上部に地表下20cmまで透水性材料を充填し、その上部を溝のまま残す。

集水管の管径及び勾配は吸水管と同じでよい。深さは吸水管末端の深さに適合させる。

効果が不足するようであれば、排水不良の状況を見ながら、等高線と平行な方向または直交する方向に、耕盤破碎等を補足施工する。

*透水性材料：砂利・砂・貝殻・煉瓦屑・乾燥土塊・薬液処理土塊・木材 chip 屑・松葉・糠殻・廃漁網等

(iii) 下位水田との田面高低差 = $40 \sim 20\text{cm}$ (?) の時：吸水管 2 本 → 下流水路へ

($40 \sim 20\text{cm}$ という数字が妥当であるかどうかは、試験によって定める。)

上位水田の畦畔の根際に 1 本、それと平行に圃場の中央に 1 本、計 2 本の吸水管を敷設する。2 本の管内に滲出してきた水を集水管に集め、下位水田の地下を通して、より下流の水路に吐き出す。

吸水管の管径・平均深さ・勾配は、(ii)と同じにする。上位水田との境界部の管の上部に地表下20cmまで透水性材料を充填し、その上部を空間のまま残すのも同じである。水路沿いの畦畔または田越し灌漑における上流側水田の畦畔（等高線と直交方向畦畔）際に吸水管を埋設した時には、同様に上部20cmを溝状に残して透水性材料を充填する。ただし、圃場中央部の吸水管の上部には地表まで透水性材料を充填する。

集水管の管径は吸水管より大きめの10~12cmとし、勾配も吸水管よりも強めに1/200~1/400とする。深さは吸水管末端の深さに適合させる。

効果が不足するようであれば、(ii)と同様、排水不良の状況を見ながら、等高線と平行な方向または直交する方向に、耕盤破碎等を補足施工する。

(iv) 下位水田との田面高低差 < 20cm の時

低平地の扱いをする。

(3) 暗渠排水

水田を汎用化するためには、低平地は言うまでもなく、傾斜地においても暗渠を必要とする場合があることは既に述べた。ここでは、暗渠工法の概略を述べる。

a. 基本事項

〈吐出先の確保〉

管に入ってきた水を吐出するために、暗渠の最末端より低い水面が必要である。なければ排水槽を準備する。

〈吸水管〉

材料は多孔プラスチック管または短土管を通常用いる。深さは60～80cm。間隔は8～30m。溝幅は15～20cm。管径は6～10cm。勾配は1/300～1/500が普通である。管の上部に透水性材料を地表まで充填する。

透水性材料としては、砂利・粗砂・貝殻・煉瓦屑・乾燥土塊・薬液処理土塊・木材 chip 屑・松葉・籾殻等が挙げられる。その他、入手容易で腐り易いものなら何でもよい。ただし、弾丸暗渠の施工を阻害する長い木枝やナイロン製廃網などを地表下40cm以上の高さまで充填することは避ける。(地表下40cm以深の範囲なら用いても構わない。)

〈集水管〉

必要に応じ、吸水管より太い無孔管を吸水管よりも急勾配で(ただし1/100よりも緩く)設置する。

〈補助暗渠〉

管を用いた暗渠だけでは効果が足りない時に、吸水管と直交する方向に無材暗渠や簡易暗渠を補助的に施工する。無材暗渠としては弾丸暗渠や心土破碎が多用される。補助暗渠の深さは30～40cmで、間隔は2～5mが多い。間隔を密にしすぎると水田に復元した時に浸透過多になる。間隔が粗すぎれば畑作時の排水効果が低いことがある。土壌と地形(落差)を考慮して、適当な間隔を定める(試験によって定めるのが一番望ましい)。

補助暗渠と本暗渠との接続を確保するには、本暗渠吸水管上に、垣根状の透水部を設けるのが有効である。

b. 暗渠の機能不良について

暗渠排水は、①過剰水が暗渠管に到達し、②管内を流れて、③排水路等の吐出される、という経過を辿る。このうち、どの過程が阻害されても効果的な暗渠排水は為されない。

〈過剰水の不到達〉

特に粘土質圃場では、過剰水は亀裂・根跡・虫孔などの粗間隔(水道-waterpaths)を通じて流れる。吸水管の上部に次頁の図のように、透水材料より成る垣根状の部分(以下、透水垣と略称)が必要である。作土層の水道を伝ってきた過剰水は、透水垣に出会うと流下して吸水管内に入る。

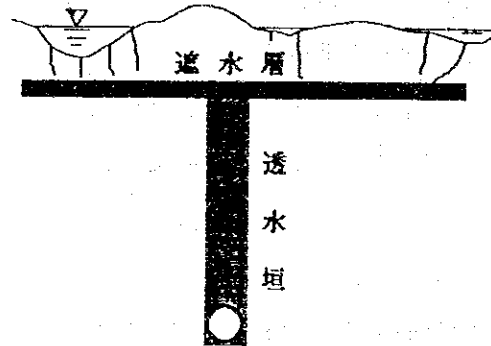
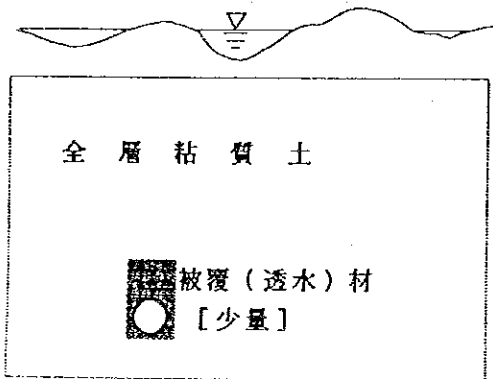
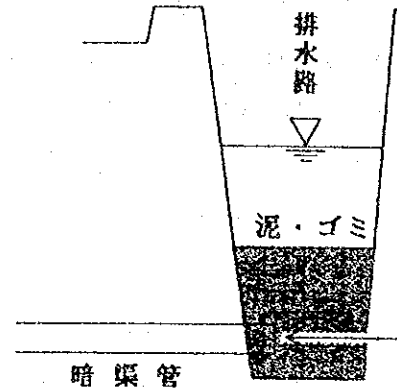
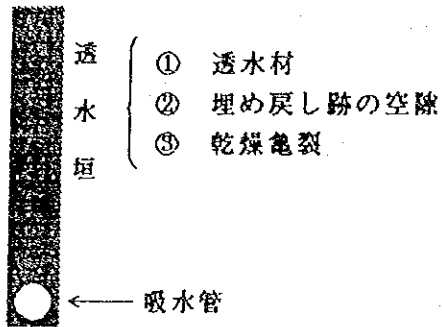
したがって、①管自体が破損または閉塞した時、②透水垣がない時または不足の時、③作土層と透水垣の間に耕盤が生成した時、水は管内に到達するのを妨げられる。

それ故、①の場合には管の補修または管内清掃をすれば、暗渠の排水機能が回復する。②の場合には透水性材料を補充して十分な透水垣を設けることで、③の場合には耕盤を破碎して作土層の水道と透水垣を連絡させることで、暗渠機能を回復できる。

暗渠の機能不良の要因

- ①排水路の滞泥・高水位
- ②管直上部の透水垣の不備
- ③踏圧による遮水層の形成
- ④管の閉塞・破損

本暗渠の考え方=下部に吸水管をもつ透水垣



暗渠が効かない3大原因(管の故障以外)

1. 透水材の無使用
2. 遮水層の生成
3. 吐出口の閉塞(泥・ゴミによる)

暗渠排水に於ける機能不良の態様

また、④排水路に泥土が滞積し、吐出口が閉塞した時には過剰水の管からの排出が妨げられる。排水路の水位が高い場合にも、吐出口からの排出が阻害される。排水路を浚渫し、排水路水位を低く維持すれば、暗渠は効果を発揮するようになる。

c. 暗渠の補修等

<管自体の点検>

暗渠管の上流端から水を入れて吐出口から水が出てくるかどうか点検する。出てこなければ、管が破損したか管内に土砂等が堆積している。その場合は破損箇所の補修あるいは管の清掃をする。水が十分出てくれば管には異常がない。

<管直上部の透水垣の点検>

吸水管の直上部を試掘し透水垣の高さを点検する。透水垣の上端が地表下30cm以下であれば、透水垣が不足している。その時は、吸水管の上部を全線にわたって掘り返し、透水性材料を地表まで充填する。

<盤層の点検>

吸水管の直上部を試掘し、作土と透水垣の間に耕盤が生成しているかどうかを点検する。生成している場合は、土層切断・弾丸暗渠・心土破碎・掘削土埋め戻し溝・透水材充填溝など、いわゆる補助暗渠を施工する。深さは30~40cm、間隔は2~5 mが通例である(水田に還元した時の過浸透を考慮して間隔を決定する)。

(4) 局所残水処理

排水不良の一形態として、圃場の一部だけが局所的に湿潤なことがある。その場合には、次のような措置を講ずる。

a. 漏水部の補修等

用水路を不漏水性の材料で作る。取水口・畦畔等から漏水があるかどうかを点検し、あれば補修する。畦畔が低すぎて外部から水が溢流してくるようなら、畦畔の嵩上げする。

b. 隣接地からの浸入防止

外水による被害を避ける方法は、圃場への浸入自体を阻止するものとし、浸入した水を境界で捕捉し外部に排出するものとの、2種類ある。具体的には次のとおりである。

(i) 隣接水田との境に遮水板・遮水皮膜を設置する(深さ30cm)

(ii) 隣地との境界に捕水用の溝を掘る(深さ30cm)

(iii) 隣地から耕盤の下を潜ってくる水をとらえるための暗渠を隣接水田との境に設置する。

暗渠の詳細については、当該項目を参照されたい

c. 湧水処理

圃場内に湧水があっても湿潤な場合には、管径10cm以上の暗渠を1 m間隔で4~5本設置する。それでも不十分の時は、専門家に頼む。

d. 局所的な凹地

局所的な凹地に雨水が溜まり局所的な排水不良を生じている場合は、次のようにする。

- (i) 凹地を通る排水溝（深さ20cm、間隔5 m以内）を掘る。離れた水溜たまりには、枝線を出してつなぐ
- (ii) 凸部の土を凹部に運んで圃場の高低差を均す
- (iii) 必要があれば圃場面の傾斜補正を行う（土木工事を要す）

最後にもう一度強調したいが、農地排水を含む農業技術は風土と歴史に密着しており、外国人が短期間に知り尽くすことは事実上不可能である。韓国の排水技術は、韓国の研究者・技術者が完成させるほかない。そして、そのためには工学部門と農学部門の協力が不可欠である。

本報告が、韓国の工学者と農学者の共同研究によって韓国にふさわしい排水技術が確立される契機となれば、幸いである。

〈附 録〉

第4次合同委員会議決（'92.4）

'92年度 日・韓農業共同研究

（農耕地 高度利用 研究）

（附 '91 日・韓農業共同研究実績）

日韓農業共同研究事業管理所

目 次

| | |
|-----------------------|--|
| I. '91年度 主要事業実績 | |
| 1. 試験研究事業 | |
| 2. 技術者交流 | |
| 3. 試験研究機資材導入 | |
| II. '92年度 計画 | |
| 1. 試験研究事業 | |
| 2. 技術者交流 | |
| 3. 試験研究資材及び文献 | |

I. '91年度 主要事業実績

1. '91年度 主要事業実績

1. 試験研究事業

(1) 研究課題

| 研 究 課 題 | 題 目 | 項 目 数 |
|-------------------------|--------------------------------|-------|
| I. 田畑輪換の基盤技術に関する研究 | 1. 輪換土地利用基準設定及び分布調査 | 3 |
| | 2. 土壌の理化学的特性変化様相究明と地力維持培養技術の確立 | 5 |
| II. 田畑輪換地における生産技術に関する研究 | 1. 輪換耕地における作付体系及び良質多収技術の確立 | 9 |
| | 2. 輪換耕地における病害虫及び雑草防除法の確立 | 4 |
| | 3. 連作による土壌環境変化究明と対応技術の確立 | 2 |
| | 計 | 23 |

(2) 主要結果

| 研究課題 | 題目 | 主要結果 |
|--------------------|--------------------------------|---|
| I. 田畑輪換の基盤技術に関する研究 | 1. 輪換土地利用基準及び分布調査 | (1) 田畑輪換土壌基準設定及び分布調査 (農技研) <ul style="list-style-type: none">○ 調査面積77,314ha中 田畑輪換地は602haである。○ 田畑輪換栽培地の分布比率は適合地が36.9%、可能地42.0%、不適地は20.9%である。○ 田畑輪換の年数別分布比率は2～3年が44.9%で一番多かった。4年から減少する傾向である。 (2) 田畑輪換土壌基準設定及び適性等級別の分布調査 (湖試) <ul style="list-style-type: none">○ 水田の総面積563,236haに対し調査面積は293,750ha (52.2%)である。○ 適性等級別分布面積は1級地28,999ha、2級地101,298ha、3級地85,618ha、4級地43,038ha、5級地32,784haである。○ 田畑輪換適合地は130,297ha、可能地は85,618ha、不適地は75,822ha、畑転換対象地は2,013 haであった。 (3) 田畑輪換利用対象地基準設定補充調査 (嶺試) <ul style="list-style-type: none">○ 区分基準を12か地域に適用し調査した結果、田畑輪換に適合する土壌条件である1～2級地が全体水田面積101千haの約27%、輪換可能な3級地が約45%であるし、不適地(4～5級地)及び除外土壌が28%程度である。○ 田畑輪換適合あるいは可能地である適性等級2～3級地の土壌約61千haに対する主な阻害因子をみると、2級地は機械化適応度が低い“谷間”及び“水の流去”が遅い平坦地水田が各々44.4%及び30.3%のように多かったが、3級地は傾斜15%以上の傾斜地は谷間水田が各々30.3%及び29.0%のように多かった。一方、不適地である4級地は約49.2%が“傾斜”によって制限を受けている土壌であった。○ 調査地域水田面積の1.55%程度が田畑輪換を実施していた。輪換作目は施設野菜(41.4%)、路地野菜(26.9%)、施設花卉(11.0%)等主に園芸作物栽培に活用されていた。 |
| | 2. 土壌の理化学的特性変化様相解明と地力維持栽培技術の確立 | (4) 田畑輪換土壌の物理学的特性様相解明研究 (農技研) <ul style="list-style-type: none">○ 知状態が長くなるほど硬度、孔隙率、耐水性粒団率は増加するし、圃場容水量、液性限界、水中沈積容積は減少する傾向であった。○ 水稲連作区より2年輪換区の水稲収量が11%程度増収するし、前年度作付作物に従って増収率は相異した。○ 水稲収量は窒素施肥量が増加するほど増大するし、前作物の施肥量が多い処理の無肥区の収量も高かった。作付に従って施肥方法及び施肥量の調節が要る。○ 大豆収量は毎年輪換区が畑転換区より高いし、春じゃがいも及び |

秋白菜収量は畑転換区で増収した。

(5) 田畑輪換土壌の化学的特性様相究明研究（農技研）

- 恒温湛土壌の経時的 $\text{NH}_4\text{-N}$ 放出量はじゃがいも白菜区、水稲連作区、大豆区の順である。水稲連作区より大豆区で $\text{NH}_4\text{-N}$ の放出量が少ないのは土壌中の有機物含量が少なかったことに基因すると思われる。
- 2年輪換土壌の無機成分含量は水稲連作区よりpH、石灰、CECが増加する傾向であるが、有機物、苦土、加里、等は減少する傾向である。
- 水稲栽培期間EhとpHの変化は相反する傾向であるし、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量は水稲連作区>大豆区>じゃがいも+白菜区の順である。
- 水稲の収穫期 植物体中の無機成分吸収量は水稲単作区に比べて2年輪換の大豆単作区の全成分が（ MgO 、 SiO_2 除外）少なかった。一方、じゃがいも+白菜区では全成分の吸収量が著しく増加し、増収の要因として作用したようである。

(6) 暗渠排水が田畑輪換土壌の理化学的特性変化に及ぼす影響(湖試)

- 田畑輪換年次別の作物収量は、水稲は2年輪作区(大豆+大豆+水稲)で無暗渠連作に比べ21%増収するし、大豆は隔年輪作区(大豆+水稲+大豆)で連作に比べ48%増収し、裸麦は大豆+裸麦区で4%増収した。
- 物理性改良程度は隔年輪作区で一番良好だった。粒団形成は二毛作区で著しく増加する傾向であった。
- 土壌化学性は輪換区で作+層 $\text{NH}_4\text{-N}$ の含量が増加した。その程度は水稲栽培より大豆栽培時に多かった。
- 排水条件及び作物類型別の作物収量は無暗渠連作に比べ暗渠連作で水稲は22%、大豆は19%増収した。隔年輪作区に比べ2年輪作区で増収した。

(7) 田畑輪換作付導入時の土壌特性変化（嶺試）

- 夏作物試験後の埴壤土の表土物理性は連続水田より輪換区で気相率と碎土率は高くなって改善できる傾向であったが、硬度と溶積重等は改善効果がなかった。
- 円錐貫入抵抗変化は連続水田より輪換水田で土深20~30cm付近の抵抗が低かった。
- 土壌可給態窒素量は標準施肥区と無肥区間の差異が連続水田で大きい反面、輪換期間が長くなるほど少なくなる傾向であった。土壌間は砂壤土より埴壤土が高かった。
- 水稲生育は連続水田より輪換水田で穂当粒数及び穂数が多い傾向

であるし、収量も増収した。

- 大豆収量は4年連続畑状態より2年田畑輪換した場合収量が高かった。
- 大麦収量は対照区より輪換区で増加した。これは標準施肥より無肥時にその増収効果は大であった。玉ネギ収量は輪換期間が長くなるほど増収する傾向であるが、埴壌土の水稲栽培は減少した。これは碎土不良に基因することと考える。
- 雑草発生は4年連続畑より2年輪換区で著しく少なかった。

(8) 田畑輪換地の最適耕耘法に関する研究 (農機械研)

- 処理別の累積作業時間はトラクタ+ロータリ区が51分/10aで一番能率的であるし、次は深土破碎+ロータリ区、トラクタ犁+ロータリ区、耕耘機犁+ロータリ区、耕耘機犁+ロータリ区 (336.6分/10a) 順で示した。
- 処理前の土壌物理性は処理間で大きな差異はなかった。耕耘処理直後には土深10cm、20cm共に空隙率が大きく、仮比重が少なくなった。
- 収穫後の土壌物理性は他の処理区に比ベトラクタ+ロータリ区と無耕耘区が仮比重と空隙率面で良いことを示した。
- 処理別収量はトラクタ+ロータリ区が219.9kg/10aで一番多く、トラクタ型+ロータリ区順で示したが、その他処理区では処理間に大きな差がないことを示した。

II. 田畑輪換耕地における生産技術に関する研究

1. 輪換耕地における作付体系及び良質多収技術の確立

(9) 中部地域における水田作付体系設定 (作試)

- 水稲：水稲連作区に比べて前作物との輪換区が稈長等の生育が良く、穂数、穂当粒数、千粒重の増加で収量も1~4%増大した。
- 大豆：1年次('90)より2年次('91)が茎長、分枝数、株当英数及び百粒重等が良かったが、収量が12%減少した。これは英肥大時期(R5)の早ばつ及び連作障害のためであると考えられる。
- とうもろこし：1年次より2年次が出穂期において、稈長、穂長等の生育が良好であった。着穂率の増加(31.7%)で収量(穂重)も203%増大した。
- はとむぎ：1年次より2年次が出芽率、草長等の生育及び分けつ数、百粒重等が良かったが、成熟期のアワノメイガの被害による穂当粒数減少で2%減収した。

(10) 南部地域における水田作付体系設定 (湖試)

○ 試験(1)

- 裸麦とイタリアンライグラス生育及び収量は水稲後作栽培より大豆後栽培が良かった。
- 水稲の生育及び収量は冬作物の裸麦を栽培した区でイタリアンライグラスを栽培した区より若干良好であった。
- 大豆の生育及び収量は6月20日播種区で5月15日播種区より不良であった。
- はとむぎの生育及び収量は5月10日播種区で6月10日播種区より良好であったが、5月10日播種区で1次刈取後再生力は特に不良であった。

○ 試験(2) 大豆の主要品種の水田栽培適応性比較

- 水田栽培区で畑栽培区より全供試品種の生育が低調であったが、地上部生育が比較的良好な品種は長葉大豆、黄金大豆であった。無限大豆、白雲大豆は極めて不良である。
- 地下部生育は白雲大豆、Nill大豆、徳裕大豆などは良好であったが、銀河大豆、無限大豆は不良であった。
- 黒根腐病は水田栽培で発生が甚であった。特に放射大豆、銀河大豆、短葉大豆で甚だしく、徳裕大豆、無限大豆、南海大豆、八達大豆、白雲大豆では少なかった。
- 収量は水田栽培でほとんど低かったが、そのうち長葉大豆、南海大豆などは比較的高かった。銀河大豆、放射大豆、Nill大豆、短葉大豆が極めて低かった。

(11) 田畑輪換土壌における作付体系と作物生産力研究 (作試)

- 大麦の生育及び収量は畑作の回数を多くするほど増収し、畑3作後水稲区に比べ畑5作後水稲区及び畑7作後水稲区の収量構成要素が良く、収量が若干増収した。
- 小麦の生育及び収量は畑3作後の水稲区に比べ畑5、7作後水稲区の収量が低くなった。これは後作栽培(大豆)の作付体系を考えて小麦が未熟な状態で収穫したため一定の傾向を見ることはできなかった。
- ライ麦の青刈収量は一定の傾向はなかったが、乾物収量は畑作回数が多くなるほど増加し、畑3作後水稲区に比べ畑5作後及び畑7作後水稲区が増収した。
- 大豆収量は畑5作後水稲区で前作物が大麦区に比べ小麦後作区が22%増収し、ライ麦後作区は5%減収した。大豆播種期が早いほど減収する原因は播種後に多い降雨で生育不良に基因すると考え

る。

- 水稲収量は水稲単作区に比べ畑作導入時輪換作付体系上前作物が小麦の場合を除いては増収する傾向である。これは水稲移秧時期と関係が高かった。大麦栽培区の中減肥（窒素減少）区は水稲単作区に比べ畑3作後水稲区では水稲収量が6%増収したが、畑7作後水稲区では水稲収量が2%増収した結果により輪換作付体系を導入する時は畑を7回程度すると減肥をしても水稲単作区と相似の水稲収量が得られると考える。

(2) 田畑輪換耕地における飼料作物作付体系試験（畜試）

- （試験1）田畑輪換耕地適応作物及び品種選抜

－春栽培

・燕 麦

標準品種であるCayuseに比べ10a当たり生草収量は三節燕麦（Larain）が32%増収で、最も多収性であるし、燕麦7号、燕麦5号が比較的収量が多かった。乾物収量では三節燕麦はEarly90が28%増収で多収性品種であった。

・Westwolds ryegrass

生草収量はEarly K-11を除外した全供試品種が増収した。特にAubadeが生草26%、乾物16%増収になり、早熟多収性品種で春播水田裏作または田畑輪換耕地栽培に適した品種と考える。

・油 菜

標準品種であるAkelaに比べBar Bn 7137は生草25%、乾物12%増収し、多収性品種であり、2か年平均成績で生草25%、乾物7%の増収を示した。Bar Bn 7137は多収性であるし、年次間収量差が少なく、安全栽培が可能であることが認められ、'91指導事業に反映した。

・夏栽培

・Silage corn

標準品種である水原19号に比べ、DK729及びPioneer3160が10a当たり生草収量25~29%、乾物収量10~29%増収した。

・Sorghum類

現奨励品種であるPioneer988より多収性品種はなかった。本試験では降雨と風で全区が倒伏し、1次収穫（7月9日）を早期に行い、乾物収量が低かったと考える。

・秋播栽培

出穫期はHayadeとEarly80が10月下旬ごろで早生種に属す

るし、その他品種は出穂しなかった。

生草収量はEarly80を除外した全供試品種が4~17%増収し、乾物収量では全品種がCayuseに比べ平均的に高かった、特にHyadeとEarly80等早熟品種の乾物比率が高く22~23%の増収を示した。

○ (試験2) 田畑輪換耕地の多収種作付体系選抜

冬作物である胡麦の生育は非常に良好で10a当たり収量が高く春播燕麦は生育期間中早ばつによって生育が不振で収量も低かった。夏作物の場合全作物の初期生育は旺盛だが、Sorghum及びPearl milletは降雨時倒伏で減収した。

作付組み合わせ別収量をみるとRye-Corn組み合わせに比べ生草収量はRye-millet組み合わせを除外し全組み合わせが13~14%増収した。その中Oats-Pats-Pearl millet-Oats組み合わせが10a当たり16.6M/Tで一番収量が多かった。

乾物収量はOats- Pearl-millet-Oats 組み合わせが22%が増収を示した。

(13) 水田と輪換大豆栽培技術究明試験(作試)

- 黄金大豆の茎長は無培土区に比べて培土処理区で共に短かった。植物体の乾重と茎太は全ての培土処理区で増加し、培土2回区で各々34.7g、8.8mmで一番大きかった。
- 無限大豆は培土処理区は無培土区に比べ茎長が長いし、植物体の乾重と茎太は黄金大豆と同じ傾向である。
- 黄金大豆は生育期間中極甚な湿害によって粒数と100粒重が少なくなり、全体的に収量が減少したが、処理収量は無培土区に比べ培土区が増収した。特に、培土2回区と普通期培土区は無培土区に比べ各々67% (192kg/10a)、42% (163kg/10a)増収した。
- 無限大豆の収量は無培土区と比べ普通期培土、晩期培土、培土2回区で増収し、特に培土2回区と普通期培土区では各々17%、22%増収し、269kg/10a、257kg/10aである。
- 着莢した有効節数の構成比(分枝/主茎)は黄金大豆の場合、無培土区0.78に比べ培土区が0.99~1.13で培土時の分枝の収量依存度が大きくなった。無限大豆では全処理区が主茎の収量依存度が大きかったが、培土をすることに伴って無培土区に比べその依存度は低くなった。
- 処理毎の土壌の物理的性質は無培土区に比べ培土区で孔隙率が高くなり、土壌通気性が良かった。排水が促進され、土壌硬度も低かった。

(14) 前作物導入によるとうがらしの短期輪作効果に関する研究(園試)

- とうがらしの収量は前作物にほうれんそう、アルタリ及びわけぎをを導入した区で慣行区と相似るが、多少低かった。全体の所得は年によって多少差異を示したが、とうがらしを単作した場合より2~3倍程度高いし、わけぎを導入した区で一番高かった。次はほうれんそう、アルタリの順である。
- 主作物であるとうがらしの収量性は全体的に早生種であるJIN-SOLで良いが、特に中晩生種である赤土馬に対比したJINSOLの収量性はとうがらしの定植期が遅い作付形態で更に良かった。
- 疫病の発病率は処理間に有意な差異を見ないが、品種間には差異があり、JINSOL品種で発病率が低かった。
- 輪作圃場の化学性はpHの場合処理間に有意差がなく7.0内外であるが、Allium属を導入した区で若干高い傾向であるし、全処理共にとうがらし収穫後には低くなる傾向である。有効リン酸が全処理区で過多に集積する傾向が明らかである。
- 前作物の種類によるとうがらし圃場の土壤微生物相の経時的变化ではとうがらし栽培期間中B/F値が全般的に増加する傾向であるし、増加時期においてはわけぎ、いんげんまめ及びアルタリ栽培区で早く増加する傾向である。
- 全処理区で土壤細菌、放線菌の数及びB/F値が慣行より高かった。
- 全作物の栽培期間が6月を越える場合にはとうがらしの生育期間が短くなって全体的な生育と株当収量性が落ちるが、この場合相対的に株当樹冠 (canopy) も少ないため栽植株数を増すと相当な収量報償が可能であることと考える。

(15) 切花連作と水稲の組合せによる生産性向上試験 (園芸)

- Gladiolus Lisianthusの生育は年次別毎に若干差を示し、特にGladiolusは罹病率が高くなる傾向である。
- 各作型に伴うTulipの栄養生長には差異がなく、開花反応には差異が認められた。
- TulipのT0区の健全株率は93%を示し、罹病率が7%であるが、T1区では16%、T2区で12.3%と高く示し、連作の被害を観察できた。
- 菊花のT0区(水稲-球根-菊花)が摘芯、無摘芯共に草長と分枝数が良く穂花茎長及び花数も多い傾向である。
- 菊花の摘芯区が無摘芯に比べ分枝数が多いし、総花茎長と花茎数も多い傾向である。

(10) 農産物の品質管理技術開発研究 (農技研)

試験 (1) 米穀の栽培条件に伴う米質特性試験

一米穀の施肥方法に伴う米質特性 (肥沃度・平均)

| 施肥法 | 完全収率 (%) | 揚粒特性 (%) | | | Amylogram特性 (Bu) | | | 食味 |
|------------------|----------|----------|-------|-------|------------------|------|------|------|
| | | 製玄率 | 玄白率 | 揚粒率 | 最高粘度 | 最低粘度 | 最終粘度 | |
| 無肥法 | 89.93 | 82.42 | 93.43 | 77.01 | 690 | 570 | 860 | 1.18 |
| 有機養法 (3000kg) | 90.11 | 82.77 | 93.58 | 77.57 | 730 | 605 | 890 | 1.16 |
| 折衷 (1500kg) | 87.77 | 82.68 | 93.95 | 77.68 | 665 | 545 | 815 | 0.98 |
| 慣行区 | 87.77 | 82.95 | 93.75 | 77.76 | 680 | 555 | 835 | 0.95 |

* 食味: 最上: +3、上: +1、普通: 0、悪い: -1、極悪い: -3

- 施肥方法に伴う揚粒率は無肥法が一番低く、有機養法、折衷慣行区順である。

- 白米品位中完全収率は有機養法が一番高く、Amylogram特性の最高、最低、最終粘度も高かった。

試験 (2) 米穀の長期貯蔵中品質変化試験

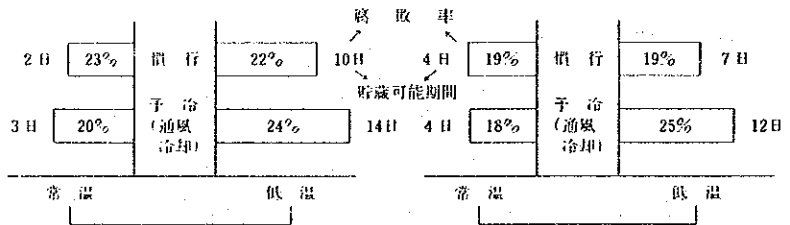
一米穀の長期貯蔵中品質変化 (1990.6 ~ 1991.10)

| 区分 | 脂肪酸度 (KOH-g/ 100g) | 還元糖 (%) | 発芽率 (%) | Amylogram特性 (Bu) | | | 食味 指数 | |
|----------------|--------------------------|------------|------------|------------------|-------|------|----------|------|
| | | | | 最高粘度 | 最低粘度 | 最終粘度 | | |
| '90.6 (人原時) | 一般系 | 4.5 | 0.24 | 97 | 815 | 648 | 960 | - |
| | 統一系 | 3.8 | 0.22 | 99 | 903 | 708 | 1,033 | - |
| '91.10 | 一般系 | 21.3 | 0.43 | 55 | 920 | 760 | 1,070 | 0.52 |
| | 統一系 | 20.9 | 0.43 | 85 | 1,100 | 870 | 1,170 | 0.05 |

- 米穀の長期貯蔵に伴う貯蔵性低下で脂肪酸度還元糖含量増加及び発芽率の減少があった。

- Amylogram特性の最高粘度、最低粘度、最終粘度が増加になった。

試験 (3) 新鮮野菜類の鮮度維持試験



結球レタス

セロリ

- 結球レタスの予冷処理後貯蔵中の鮮度は慣行区では常温2日、低温10日貯蔵が可能である。

予冷後常温は3日、低温で14日貯蔵が可能である。

- セロリの予冷処理後貯蔵中高温性からみると常温4日、低温7日であるし、予冷後貯蔵の場合、常温4日、低温12日で貯蔵が可能である。

試験 (4) 輸出農産物の乾燥試験

| 区分 | 乾燥温度 (℃) | 乾燥時間 | 色度 (L値) | | 収率 (%) |
|----------|-------------|------|---------|------|-----------|
| | | | 表面 | 内面 | |
| しいたけ | 天日 | 8日 | 41.3 | 56.4 | 58.2 |
| | 熱風 | 10時間 | 36.0 | 53.6 | 58.0 |
| | | 7時間 | 45.3 | 45.3 | 58.3 |
| 柳まつたけきのこ | 天日 | 10日 | 50.8 | 58.4 | 60.2 |
| | 熱風 | 12時間 | 36.6 | 53.6 | 60.5 |
| | | 9時間 | 62.4 | 62.4 | 60.4 |

- しいたけの天日乾燥は8日所費であったが、熱風乾燥時は7~10時間所費になった。

収率は58.0~58.3%である。色は表面より内面がきれいになった。

- 柳まつたけの天日乾燥所要期間は10日、熱風乾燥は9~12時間所費になった。

収率は60.2~60.5%である。色は内面が表面よりきれいになった。

(17) 水利不安水田転換地の畑作物安全栽培技術確立試験（嶺試）

- 大豆開花期植物体重T-N含量は標準施肥区に比べ窒素培量区で若干多い傾向である。
- 収量構成要素をみると茎長は窒素肥料量が多いほど大きくなる傾向であるし、緩効性窒素を標準量と同じように施用すると株当莢数は少ないし、100粒重は重かった。
- 収量は標準施肥区より緩効性窒素区と窒素倍量区が4～6%増収したが、有意性はなかった。

2. 輪換耕地における病害虫及び雑草防除法の確立 (18) 作付形態別雑草発生生態研究（嶺試）

害虫及び雑草防除法の確立

- 雑草分布は転換2年次は11種、3年次は13種であるし、畑作圃場では9種が分布した。
- 優占雑草は転換2年次のメヒシバ、ヒデリコ、チオジタデ、3年次はメヒシバ、ヒエ類、カヤツリ類、5年次はメヒシバ、ヒエ類、スベリヒユであるし、畑作圃場ではエノキグサ、メヒシバ、イヌビユである。
- 水田転換年数が増加しながら除草区の大豆収量は漸次増加するし、無除草区での収量減少は雑草量と関係がある。転換畑圃場では10～33%、既存畑圃場では58%の被害を示した。

(19) 田畑輪換時病害発生様相及び防除法究明（農技研）

- 水稻の場合主要病の発生程度が極に少ないため作付処理毎病発生様相の明らかな差はみえなかった。
- 大豆の場合連作区では初期から病害の発生が甚だしく、輪換区に比べ生育後期まで紫斑病、葉焼病、斑點細菌病の発生が多い。これによる葉の黄化現象、早期落葉現象が連作区で著しかった。
- ジャガイモは梅雨前早期収穫によって病害の進展状況を確認できなかったが、作付処理と関係なく例年に比べ病発生が少なかった。
- その他作物の場合、落花生は汚斑病・褐斑病、とうがらしでは疫病・斑點細菌病、胡麻での葉枯病・白粉病、桔梗では斑點病・根腐病、黄薔では根腐病発生が観察できた。

(20) 田畑輪換時の植物寄生線虫相と天敵微生物調査（農技研）

- 水稻連作区では連作年数に従いイママラネモグリセンチュウ (*Hirschmanniella* sp.) が増加する傾向を示し、田畑輪換区ではイママラネモグリセンチュウの密度が減少した。
- 畑輪換区では主要寄生線虫が検出できなかったが、水稻連作に比べ非寄生線虫の種構成が多様であるし、密度も高い傾向である。

② 釜山と京畿地域の花弁連作及び連作地の病害虫発生消長調査(園試)

- 馬山地域の菊花は百穂病の被害が甚だしかった。その他黒斑病、菊花葉線虫、だにの被害を受けていた。
- 釜山、金海地域のカーネーションは萎凋細菌病の被害が一番甚だしかった。萎凋病、だに、銹病、ウイルス病、斑點病、斑點細菌病等の被害を受けていた。
- 釜山、金海地域のガーベラは疫病とてんとう虫の被害が一番甚だしくて、その他は白銹病、ミカンサビダニ、灰色微病、オンシツコナジラミの被害を受けていた。
- 釜山、金海地域の薔薇は露菌病と白銹病の被害が甚だしくて、黒星病とだにの被害もを受けていた。
- 仁川地域のフリジアは首腐病の被害が甚だしくて、その他は灰色かび病、細核病、ウイルス病、球根腐敗病気被害を受けていた。
- 仁川地域球根アイリスはウイルス病、連腐病の被害を受けていた。

3. 連作による土壌環境変化究明と対応技術の確立 ② 連作障害地の有害微生物の消長と抑制方法研究(農技研)

- 輪作栽培地土壌での微生物相変化は水稻連作栽培区で細菌数が、大豆連作栽培区で放線菌数及び水稻と大豆輪作栽培区で糸状菌数が一番多かった。
- ジャがいもと水稻及び水稻と大豆輪作区では土壌中無機栄養源でenergy源を求める無機栄養細菌が多いし、水稻、大豆、ジャがいもと連作区で有機物でもenergy源を得る有機栄養細菌が多かった。
- 水稻と大豆輪作区及び大豆連作栽培区でアンモニア及び亞窒素酸化細菌数が他区に比べ2~3倍以上多かった。
- 微生物相互間の関係において
 - 細菌と糸状菌数の比率は水稻連作栽培区が一番高いし、次はジャがいもと水稻輪作及び大豆連作栽培区が一番低かった。
 - 放線菌数と糸状菌数の比率は大豆連作栽培区が一番高いし、水稻連作栽培区が一番低かった。
 - 細菌に対する放線菌数が占める比率は水稻連作区とジャがいもと水稻輪作栽培区が一番高いし、大豆連作栽培区が一番低かった。
- 土壌中Ca+Mg/K比率と微生物との相互関係において無機及び有機栄養細菌数とは負相関の傾向を示し、アンモニア及び亞窒素酸化細菌数とは正相関関係を示した。

(23) 施設野菜連作地施肥量と土壌養分変化に関する研究（農技研）

〈蔬菜連作地の土壌養分変化調査〉

- 土壌化学成分の経時的な変化は慣行区に比べ土壌検定及び施肥調節区でAv、P₂O₅、Ex、K、EC、NO₃-N等の含量が低くなる傾向であった。
- 白菜収量は慣行区と対比し施肥調節区ではほぼ等しいが、ほうれんそう収量は施肥調節区で増収した。
- 白菜、ほうれんそうで植物体の無機成分含量は無肥区で低いが処理間には大差がなかった。

2. 技術者交流

(1) 日本側 短期専門家 来韓

| 氏 名 | 所 属 | 専 門 分 野 | 共同研究機関 | 滞 任 期 間 |
|-----------|-----------|---------|----------|--------------------|
| 井 上 恒 久 | 九州農業試験場 | 土 壤 肥 料 | 農業技術研究所 | '91.10.4~'91.11.28 |
| 皆 川 望 | 農業環境技術研究所 | 昆 虫 | " | '91.9.10~'91.10.31 |
| 岡 崎 祐 一 郎 | 四国農業試験場 | 農 業 機 械 | 農業機械化研究所 | '91.7.3~'91.8.1 |
| 中 山 照 之 | 農業工学研究所 | 農 業 土 木 | 農業技術研究所 | ('91.4.1~'91.5.8) |

(2) 韓国側 研修員 派遣

| 分 野 | 氏 名 | 所 属 | 研 修 機 関 | 研 修 期 間 |
|---------|-------|-----------|-----------|---------------------|
| 水 稻 栽 培 | 吳 龍 飛 | 作 物 試 験 場 | 北陸農業試験場 | '91.9.17~'02.9.15 |
| 園 芸 | 許 建 亮 | 園 芸 試 験 場 | 野菜茶業試験場 | '91.11.25~'92.11.24 |
| 病 理 | 南 基 雄 | 農業技術研究所 | 農業環境技術研究所 | '91.11.11~'92.11.10 |
| 飼 料 作 物 | 林 根 勃 | 畜 産 試 験 場 | 草 地 試 験 場 | '91.11.11~'92.11.10 |
| N 固 定 | 金 承 煥 | 農業技術研究所 | 農業生物資源研究所 | '91.9.17~'92.9.15 |

3. 試験機資材及び部品

(1) 導入機資材

| 順位 | 機 械 名 | 規 格 | 数 量 | 活 用 機 関 | 備 考 |
|----|------------------------|------------------------------|-------|---------------|------|
| 1 | 全農型 土壤分析器 | ZA2 | 1 台 | 農業技術研究所 | |
| 2 | 低温恒温機 | code 212342 | 2 " | 農業技術研究所 園芸試験場 | |
| 3 | 高压蒸気滅菌機 | SVM-30H | 1 " | " | |
| 4 | 小型卓上遠心機 | SCT5B | 1 " | " | |
| 5 | 枝豆モギリ調整機 | RE5 | 1 set | 作物試験場 | |
| 6 | 試験用小型脱穀機 | cp-18型 | 1 台 | " | |
| 7 | 携帯用麻袋封合機 | E+DC12V (Fish bein Model) | 1 " | " | |
| 8 | 穀物水分計 | CTR-800A | 1 " | " | |
| 9 | 電子天秤 | 3808-MP8 | 1 " | " | |
| 10 | 汎用combine | A×60×CS | 1 " | " | |
| 11 | 回転 濃縮機 | RE-120T | 2 set | 園芸試験場 | |
| 12 | 携帯用 放射温度計 | IR-H | 1 台 | " | |
| 13 | 自動葉面積計 | AAM-8 | 1 " | " | |
| 14 | CO ₂ gas濃度計 | CH-250E | 1 " | " | |
| 15 | 冷却水 循環装置 | CW-41 | 1 " | 畜産試験場 | |
| 16 | Front loader | TLH275AD | 1 " | " | |
| 17 | 卓上面積計 | BI-3100-C | 1 " | 湖南作物試験場 | |
| 18 | 自動天秤 | Metler-24 | 1 " | " | |
| 19 | 大豆選別機 | YBS-1000G | 1 " | " | |
| 20 | 深層施肥機 | SIBAURA SI-2 | 1 " | 嶺南作物試験場 | |
| 21 | Gas chromatograph | HITACHI G-3000 | 1 set | " | 現地調達 |

(2) 研究文献

| 番号 | 文 献 名 | 著 者 名 | 発 行 所 | 発行年度 | 数量 | 備 考 |
|----|-----------------------------------|---------------|----------|------|-----|-----|
| 1 | Food Composition | Aarand | AVI | 1986 | 1 巻 | |
| 2 | Bevoipment in Carbohydrate 3 Vols | Birch | ASP | 1987 | 1 | |
| 3 | 原色淡水魚の病気 | 富永正雄ほか著 | 農山漁村文化協会 | 1975 | 1 | |
| 4 | 日本農業の機械化 | 吉岡金市 | 農山漁村文化協会 | 1979 | 1 | |
| 5 | 日本イネ科植物図誌 | 長田武正 | 平凡社 | | 1 | |
| 6 | 家畜の糞尿処理と利用 | 和賀井文作 | 養賢堂 | | 1 | |
| 7 | 農業機械の自動化 | 農業機械学会 | 農業機械学会 | 1987 | 1 | |
| 8 | 水田及び畑作の機械化新技術 | 農業機械学会 | 農業機械学会 | 1983 | 1 | |
| 9 | 農業技術の新技術開発調査研究(第2集) | 農業機械学会 | 農業機械学会 | 1987 | 1 | |
| 10 | 新版農業機械ハンドブック | 農業機械学会 | コロナ社 | 1984 | 1 | |
| 11 | 傾斜地における機械化 | 農業機械学会 | 農業機械学会 | 1985 | 1 | |
| 12 | 水稲湛水土壌中直播栽培とその機械化技術 | 農業機械学会 | 農業機械学会 | 1983 | 1 | |
| 13 | 水田利用再編と土地改良 | 加藤 諒 | 農林統計協会 | 1984 | 1 | |
| 14 | 水田耕作による新規作目定着化の取り組み | 全国農業協同組合中央会 | 筑波書房 | | 1 | |
| 15 | 野菜の土壌病害 | 松田 明 | 農山漁村文化協会 | 1977 | 1 | |
| 16 | 連作障害総合防除システム開発の手引 | 農業研究センター編 | 養賢堂 | 1989 | 1 | |
| 17 | 稲学大成 | 松尾孝額編 | 農山漁村文化協会 | 1990 | 1 | |
| 18 | 果実の成熟と貯蔵 | 伊庭慶昭編著 | 養賢堂 | 1988 | 1 | |
| 19 | 土壌地理学序説 | 松田 明 | 築地書館 | 1988 | 1 | |
| 20 | 植物の成長と発育 | 小西國義 | 養賢堂 | 1988 | 1 | |
| 21 | 最新植物病理学概論 | 平井篤造ほか著 | 養賢堂 | 1981 | 1 | |
| 22 | 農業気象の測器と測定法 | 日本農業気象学会関東支部編 | 農業技術協会 | 1989 | 1 | |
| 23 | 畜産経営と土地利用(総括編) | 梶井功編著 | 農山漁村文化協会 | 1982 | 1 | |
| 24 | 畜産経営と土地利用(実態編) | 梶井功編著 | 農山漁村文化協会 | 1982 | 1 | |
| 25 | 原色日本植物図鑑草本編 | 北村西郎 | 保育社 | 1984 | 1 | |

(3) 専門家 携行資機材

| 専門家 | 区分 | 数量 | 配付所 | 主要機械 |
|--------|----|--------|----------|---|
| 井上 恒久 | 機械 | 9 PCS | 農業技術研究所 | Soil Water Measure DIK-8320 |
| | " | 18 PCS | " | " Sampler DIK-8390 |
| | " | 1 PCE | " | Compact meter C173 |
| | " | 1 PCE | " | " C131 |
| | " | 1 PCE | " | " C141 |
| | " | 1 PCE | " | Digimatic Caliper CD-15 |
| | 書籍 | 2 卷 | " | |
| 岡崎 絃一郎 | 機械 | 1 SET | 農業機械化研究所 | NIPLO VIBBATING SUB SOILER S-27B |
| 皆川 望 | 機械 | 1 SET | 農業技術研究所 | BLENDOR 7010S |
| | " | 1 SET | " | MINI BAG DRY PK-21 |
| | " | 1 PCE | " | TEST SIEVE 390 |
| | " | 1 PCE | " | " 280 |
| | " | 1 PCE | " | " 120 |
| | " | 1 PCE | " | " 30 |
| 大久保 隆弘 | 機械 | 1 PCE | 農業技術研究所 | Filter JP-64 |
| | " | 1 SET | 農業機械化研究所 | Hard Disk unit HC-100 |
| | " | 1 PCE | 作物試験場 | PIPE |
| | 資材 | 80 PCS | 農業共同研究団室 | Ribbon Cassette TY-130BK |
| | 書籍 | 3 Vols | " | |
| 本松 輝久 | 機械 | 10 PCS | 農業技術研究所 | Tension Meter HM Sensitive unit (10CM) DIK-3130 |
| | " | 10 PCS | " | " Sensitive unit (20CM) |
| | " | 5 PCS | " | Tension Cup |
| | 資材 | 2 Sets | " | Soil Water Extractor Easy DIK-3960 |
| | 書籍 | 4 Vols | 農業共同研究団室 | |

II. '92年度 計 画

II. '92年度 計 画

1. 試験研究事業

(i) 総括表

| 研 究 課 題 | 題 目 | 項 目 数 | | |
|-------------------------|--------------------------------|-------|----|----|
| | | 新規 | 継続 | 計 |
| I. 田畑輪換の基盤技術に関する研究 | 1. 輪換土壌利用基準設定及び分布調査 | | 3 | 3 |
| | 2. 土壌の理化学的特性変化様相究明と地力維持培養技術の確立 | 1 | 4 | 5 |
| II. 田畑輪換地における生産技術に関する研究 | 1. 輪換耕地における作付体系及び良質多収技術の確立 | 3 | 6 | 9 |
| | 2. 輪換耕地における病害虫及び雑草防除法の究明 | | 3 | 3 |
| | 3. 連作による土壌環境変化究明と対応技術の確立 | | 2 | 2 |
| | 計 | 4 | 18 | 22 |

(2) 研究課題概要

| 研究課題 | 研究題目 | 研究項目 | 新規 継続 | 実施機関 | 担当者 | | '91年との 連結 | |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------|-----------------------|----------------|--------------|----------|
| | | | | | 日本側 | 韓国側 | | |
| I. 田畑輪換の基礎技術に関する研究 | 1. 輪換土壌利用基準設定及び分布調査 | (1) 田畑輪換土壌基準設定及び分布調査 | 継続 | 農技研土物 | | 鄭 碩 在 | I-1-(1) | |
| | | (2) 田畑輪換土壌及び基準設定及び適性等級別の分布調査 | " | 湖試植環 | | 背 國 鉉 | I-1-(2) | |
| | | (3) 田畑輪換利用対象地の級地別土壌管理基準確立 | " | 湖試植環 | | 鄭 錫 泰 | I-1-(3) | |
| | 2. 土壌の理化学的特性変化様相解明と地力維持培養技術の確立 | (1) 田畑輪換土壌の物理特性様相究明研究 | " | 農技研土物 | 本 松 長期専門家 短期専門家 | 李 浹 成 | I-2-(1) | |
| | | (2) 田畑輪換土壌の化学的特性様相究明研究 | " | 農技研土化 | 本 松 長期専門家 | 安 相 培 | I-2-(2) | |
| | | (3) 暗渠排水が田畑輪換土壌の理化学的特性変化に及ぼす影響 | " | 湖試植環 | | 金 鍾 九 柳 喆 鉉 | I-2-(3) | |
| | | (4) 田畑輪換作付導入時の土壌特性変化研究 | " | 湖試植環 | | 朴 昌 榮 | I-2-(4) | |
| | | (5) トラクター用複合耕耘作業機開発 | 新規 | 農機研 栽培機械 | | 鄭 斗 浩 | I-2-(5) | |
| | II. 田畑輪換耕地における生産技術に関する研究 | 1. 輪換耕地における作付体系及び良質多収技術の確立 | (1) 中部地域における水田作付体系設定 | 継続 | 作試水栽 | | 金 静 逸 | II-1-(1) |
| | | | (2) 南部地域における水田作付体系設定 | " | 湖試田作 | | 李 延 準 | II-1-(2) |
| (3) 田畑輪換作付体系における省力機械化栽培法研究 | | | 新規 | 作試麦類 | 短期専門家 | 尹 儀 炳 | II-1-(3) | |
| (4) 田畑輪換耕地における飼料作物作付体系試験 | | | 継続 | 畜試飼作 | | 楊 鍾 成 | II-1-(4) | |
| (5) 生育時期別湿害が大豆の生育及び収量に及ぼす影響 | | | 新規 | 作試田1 | 短期専門家 | 崔 庚 鎮 | II-1-(5) | |
| (6) 蔬菜作物の効率的液肥栽培法確立研究 | | | " | 園試菜2 | | 徐 孝 徳 | II-1-(6) | |

| 研究課題 | 研究題目 | 研究項目 | 新規 継続 | 実施機関 | 担 当 者 | | '91年との 連結 |
|------|---------------------------|------------------------------|----------|-------|-------|-------|----------------------|
| | | | | | 日 本 側 | 韓 国 側 | |
| | | (7) 花卉輪作及び連作地の生産性向上研究 | 継続 | 園試花卉1 | 短期専門家 | 高 載 英 | II-1-(7)及びII-2-(4)統合 |
| | | (8) 農産物の品質管理技術開発研究 | " | 農技研農利 | | 趙 光 東 | II-1-(8) |
| | | (9) 水利不安全水田転換地の畑作物安全栽培技術確立試験 | " | 嶺試植環 | | 黄 桂 普 | II-1-(9) |
| | 2. 輪換耕地における病害虫及び雑草防除法の究明 | (1) 作付形態別雑草発生態研究 | 継続 | 嶺試田作 | 短期専門家 | 朴 和 珉 | II-2-(1) |
| | | (2) 田畑輪換地病害発生様相及び防除法究明 | " | 農技研病理 | 短期専門家 | 金 忠 会 | II-2-(2) |
| | | (3) 田畑輪換地の植物寄生線虫相と天敵微生物調査 | " | 農技研昆虫 | | 崔 東 魯 | II-2-(3) |
| | 3. 連作による土壌環境変化の究明と対応技術の確立 | (1) 輪作栽培地の土壌腐生菌の消長と抑制方法研究 | " | 農技研土化 | | 權 章 弼 | II-3-(1) |
| | | (2) 施設蔬菜連作地施肥量と土壌養分変化研究 | " | 農技研土化 | | 李 相 銀 | II-3-(2) |

註) *短期専門家は1991年度予算による。

2. 技術者交流

(1) 日本側 専門家招請

| 研究分野 | 専門家 | 勤務機関 |
|--------------------------|------------------|--|
| 畑作栽培 園芸 病理 雑草防除 | *入選中 期間：2～3か月 | 作物試験場 園芸試験場 農業技術研究所 作物試験場・嶺南作物試験場 |

(2) 韓国側 研修員 派遣

| 分野 | 所属 | 職級 | 氏名 | 研修機関 |
|---------|---------|-------|-------|------|
| 畑作栽培 | 作物試験場 | 農業研究官 | 柳 龍 煥 | 検討中 |
| 大豆育種 | 嶺南作物試験場 | | 金 皓 瑛 | " |
| 病理 | " | 農業研究士 | 申 東 範 | " |
| 昆 虫 | 農業技術研究所 | " | 金 知 仁 | " |
| 土 壤 肥 料 | 湖南作物試験場 | 農業研究官 | 朴 文 義 | " |

3. 試験研究機械

(1) 導入機資材

| 番号 | 機 械 名 | 数 量 | 活 用 機 関 | | | | | | |
|----|-----------------------|-------|---------|-----|---------|-----|-----|-----|-----|
| | | | 農 技 研 | 作 試 | 農 機 械 研 | 圃 試 | 畜 試 | 湖 試 | 嶺 試 |
| 1 | 電子顕微鏡用 拡大機 | 1 Set | 1 | | | | | | |
| 2 | 全窒素/全炭素 分析装置 | 1 Set | 1 | | | | | | |
| 3 | Jar fermentor | 1 台 | 1 | | | | | | |
| 4 | 彈丸暗渠機 | 4 台 | | 1 | | 1 | | 1 | 1 |
| 5 | 振動式 Sub Soiler | 4 台 | | 1 | | 1 | | 1 | 1 |
| 6 | 米質判定器 | 1 台 | | 1 | | | | | |
| 7 | Texture meter | 1 台 | | 1 | | | | | |
| 8 | 乗用 移秧機 | 3 台 | | 1 | | | | 1 | 1 |
| 9 | 携帯用 葉面積計 | 1 Set | | 1 | | | | | |
| 10 | 燃料 流量計 | 1 台 | | | | | | | |
| 11 | 養液栽培用 multi ion meter | 1 Set | | | | 1 | | | |
| 12 | 風速・温度・湿度・測定器 | 1 Set | | | | 1 | | | |
| 13 | 滅菌器 | 1 台 | | | | 1 | | | |
| 14 | Tractor | 1 台 | | | | | 1 | | |
| 15 | Corn harvester | 1 台 | | | | | 1 | | |
| 16 | 現場透水速度 測定機 | 1 台 | | | | | | 1 | |
| 17 | 温度勾配恒温機 | 1 台 | | | | | | 1 | |
| 18 | pF 水分測定装置 | 1 Set | | | | | | 1 | |
| 19 | 発芽能力 測定器 | 1 台 | | | | | | 1 | |
| 20 | 精 米 機 | 1 台 | | | | | | 1 | |
| 21 | 高速冷却 遠心機 | 1 Set | | | | | | | 1 |
| 22 | 真空乾燥機 | 1 台 | | | | | | | 1 |
| 23 | 超音波 洗浄機 | 1 台 | | | | | | | 1 |

(2) 研究文献

| 番号 | 文 献 名 | 著 者 名 | 発 行 所 | 数 量 | 備 考 |
|----|-----------------|------------|------------|-----|-----|
| 1 | 土壌の物理 | 八幡敏雄 | 東京大学出版会 | 1巻 | |
| 2 | 水田転作-田畑の高度利用 | 日本土壤肥料学会編 | 博友社 | 1 | |
| 3 | 改著・飼料学 | 森本宏 吉田実 | 養賢堂 | 1 | |
| 4 | 有機物の処理・流通利用システム | 農業研究センター編 | 農林水産技術情報協会 | 1 | |
| 5 | 農耕地における有機物施用技術 | 農業研究センター編 | 農林水産技術情報協会 | 1 | |
| 6 | 地力維持連作障害対策新技術 | 農業研究センター編 | 農林水産技術情報協会 | 1 | |
| 7 | 新編農作物品種解説 | 川嶋良一監 | 農業技術協会 | 1 | |
| 8 | 現代農業と土地利用計画 | 和田照男 | 東京大学出版会 | 1 | |
| 9 | 養液栽培の新技術 | 農耕と園芸 編集部編 | 誠文堂新光社 | 1 | |
| 10 | 複合肥料に関する研究と応用 | 長谷川和久 | 養賢堂 | 1 | |
| 11 | 水田除草の理論と実際 | 竹松哲夫 根内誠登 | 博友社 | 1 | |
| 12 | 畑作除草の理論と実際 | 竹松哲夫 根内誠登 | 博友社 | 1 | |
| 13 | 根粒の窒素固定 | 日本土壤肥料学会編 | | 1 | |

4. 計画の変更

日本側予算が確定された段階において計画の変更が必要な場合には管理所長が研究団長と協議のうえ本計画の修正を行うことができる。

本計画は第4次日韓農業協同研究委員会において合意に達したものである。

1992年4月10日

日 本 側

研 究 団 長

大久保隆弘

大久保 隆 弘

韓 国 側

管 理 所 長

趙在行

趙 在 行

JICA