

農學士上野英三郎著 農業土木編

農用工學教科書



東京 成美堂發行

## 凡 例

一、本書は主として中學程度の農業學校に教科書たらしめんが爲め編述せるものなり。

一、本書は分ちて二卷となし一は農業土木に關する事項を論じ一は農具に關する事項を記載す。

一、農用工學は農學の重要な一分科なり。然るに現今我國に於ては農用工學に關する著書絶無と云ふも過言にあらず。本書は我農界の急に應ぜんが爲め忽卒筆を執り稿を成す。故に往往杜撰の嫌なきにあらず。他日閑を得て改竄完璧に庶幾からんことを期す。

一、農用工學の範圍廣く論すべきこと甚だ多し。然かも本書は紙數に限りあるを以て多く簡略に従ふ。此失を一部補はんが爲



め巻尾に問題を附し讀者をして應用の理を解せしめ且本書記述以外に學ぶところあらしめんことを期せり。

一、近き將來に於て更に大部の農用工學を著し教師用及一般農界の要求に應ぜんと欲す。

一、本書は事實を各國の例に採れるを以て勢ひ各種の度量衡を用ひたり。今計算上必要なる比較表を參考の爲め左に掲ぐ。

一尺

〇、三〇三〇三メートル〔米〕  
〇、九九四二二フート〔呎〕

二七、八二六六リートル

一立方尺

〇、九八二七三立方呎

〇、一五四二五七石

一封度

〇、四五三五九三キログラム  
一二〇、九六匁

一町

二、四五〇七エークル〔英反〕  
〇、九九一七四ヘクタール

一英反

四三五六〇平方呎  
〇、四〇四六七ヘクタール

一「ヘクタール」

一、〇〇〇〇平方メートル  
二、四七一〇英反

水一立方呎の重量 六二、五封度

同一立方米の重量 一〇〇〇キログラム

一、本書記載の事實は主として佛獨二國の農業土木書に據れり。而して其本邦の事實に關するものは大部分著者が多年農科大學に於て自ら研究の結果論斷し得しところのものなり。特に記して責任を明かにす。

明治三十六年三月

著者識

四

# 農用工學教科書

農業土木編目次

## 總論

第一章 水の循環

第二章 河川

(一) 流量の變化

(二) 河水の性質

第三章 水の運動

(一) 水路内に於ける水の運動

(二) 流量

(三) 水の溢流

(四) 射出水

目次

一 五 五 八 九 一 四 四 八 二 四

灌  
漑

|     |         |    |
|-----|---------|----|
| 第四章 | 土工      | 二八 |
| (一) | 土坪の計算   | 二九 |
| (二) | 切取及盛土の法 | 三一 |
| (三) | 土の解弛及運搬 | 三四 |
| (四) | 土工の費    | 三七 |
| 第五章 | 水路      | 四〇 |
| (一) | 水路の横断面  | 四〇 |
| (二) | 水路の縦断面  | 四四 |
| (三) | 水路の曲度   | 四四 |
| (四) | 水路の堤    | 四七 |
| 第一章 | 灌漑の目的   | 四九 |
| 第二章 | 灌漑用水質   | 五二 |

目次

|     |            |    |
|-----|------------|----|
| 第三章 | 灌漑用水量      | 五五 |
| (一) | 用水量の表示法    | 五五 |
| (二) | 用水量に影響する諸因 | 六一 |
| (三) | 濕潤灌漑の用水量   | 六三 |
| (四) | 肥培灌漑の用水量   | 六七 |
| 第四章 | 灌漑の水源      | 六八 |
| (一) | 川          | 六九 |
| (二) | 貯水池        | 七二 |
| (三) | 泉          | 七五 |
| (四) | 井          | 七六 |
| 第五章 | 用水路        | 七八 |
| (一) | 用水路の一般     | 七八 |
| (二) | 灌漑本溝       | 八〇 |
| (三) | 配水溝        | 八二 |



|     |         |     |
|-----|---------|-----|
| (四) | 灌溉私溝    | 八四  |
| 第六章 | 灌水組織    | 八六  |
| (一) | 灌溉組織の種類 | 八六  |
| (二) | 堰溜法     | 八八  |
| (三) | 浸潤法     | 八八  |
| (四) | 滞溜法     | 九〇  |
| (五) | 滞流法     | 九二  |
| (六) | 溢流法     | 九三  |
| (七) | 導管灌溉    | 九七  |
| 排水  |         | 九八  |
| 第一章 | 排水の目的   | 九八  |
| 第二章 | 排水量     | 一〇一 |
| 第三章 | 排水法の種類  | 一〇五 |

|     |           |     |
|-----|-----------|-----|
| 第四章 | 排出口       | 一〇八 |
| 第五章 | 明渠排水      | 一一一 |
| (一) | 排水路の一般    | 一一一 |
| (二) | 排水路の配置    | 一一三 |
| (三) | 排水路の断面及勾配 | 一二七 |
| (四) | 排水小溝      | 一二八 |
| 第六章 | 暗渠排水      | 一二〇 |
| (一) | 暗渠排水の種類   | 一二〇 |
| (二) | デインストン組織  | 一二一 |
| (三) | 深排水組織     | 一二五 |
| (四) | 暗渠の深さ及距離  | 一二七 |
| (五) | 暗渠の排水面積   | 一二九 |
| (六) | 暗渠の配列法    | 一三一 |
| 第七章 | 沈泥法       | 一三五 |

## 器械的揚水

|               |     |
|---------------|-----|
| 第一章 器械的揚水の必要  | 一三八 |
| 第二章 原動力       | 一三九 |
| (一) 動物力       | 一四〇 |
| (二) 風力        | 一四一 |
| (三) 水力        | 一四二 |
| (四) 熱氣[ポンプ]機關 | 一四三 |
| (五) 石油發動機     | 一四四 |
| (六) 蒸氣力       | 一四五 |
| (七) 原動力の計算    | 一四六 |
| 第三章 揚水器械      | 一四七 |
| (一) 最簡單なる揚水器械 | 一四八 |
| (二) 踏車        | 一四九 |

## 道路

|            |     |
|------------|-----|
| (三) 螺旋揚水器  | 一五一 |
| (四) 自働揚水器  | 一五二 |
| (五) 「ポンプ」  | 一五三 |
| 第一章 農道     | 一五六 |
| 第二章 道路の方向  | 一五八 |
| 第三章 道路の勾配  | 一六〇 |
| 第四章 道路の横斷面 | 一六三 |
| 第五章 道路の表面  | 一六四 |
| 第六章 道路の幅   | 一六七 |
| 第七章 道路の配置  | 一六九 |
| 耕地整理       | 一七三 |

|     |         |     |
|-----|---------|-----|
| 第一章 | 耕地整理の性質 | 一七三 |
| 第二章 | 耕地整理の利益 | 一七四 |
| 第三章 | 耕地の區劃   | 一七七 |
| (一) | 區劃の形狀   | 一七七 |
| (二) | 區劃の面積   | 一七八 |
| 第四章 | 區劃の方位   | 一八〇 |
| 第五章 | 耕地整理の法式 | 一八二 |

## 農業土木編目次 終

## 農用工學教科書

農學士 上野英三郎 著

### 緒言

農用工學  
の定義

農學の當は、研究すべき事項中、工學の力を藉らざるべからざるもの少なからず。農業水利の如き、農道の如き、耕地整理の如き、農具の如き、皆然りとす。此の如く工學に關係を有する農業上の事項を攻究する學科を農用工學と云ふ。

農用工學の攻究する事項は實に農業の基礎を爲すものにして、其發達不充分なる時は如何に耕耘、肥培に勉むるも生産豊かなる能はず。此事實は稻作につきて明かに之を認む

農用工學  
は農學の  
一分科な

ることを得べし。故に農業者たるものは必ず農用工學に關する一般智識を有せざるべからず。

農用工學の性質此の如く、其攻究の目的純粹工學と異にして一に有機物生産の増進にあるを以て、農用工學は農學の一分科にして純粹工學に屬するものにあらず。

農用工學  
の内容

農用工學は之を大別して農業土木學及農業器械學の二となす。或は更に農業建築學を包含せしむるありと雖も、普通の例にあらず。

農業土木  
學

農業土木學は農事の土木に關係を有するものを攻究するものにして、從來慣用し來れる土地改良論は其挾義なるものなり。蓋し土地改良論にありては其攻究を單に耕地内に限れる小工事に止むるものにして、農業土木學は農業に關する土木工事を廣く一般に攻究するものなり。又土地改良

農業器械  
學

論は往々施肥、燒土、休閑等土地の化學的性質の改良を主目的とする事項に論及するあれども、農業土木學は此等化學的改良事業に屬する者は之を農藝化學に譲り、専ら土木的性質を帶びたる改良事業に關し論述するのみ。更に農業土木學が講すべき處のものを具體的に云へば開墾、農業的治水、灌漑、排水、新田築造、農道、耕地整理等を以て其主なるものとす。

農業器械學は栽培用、養畜用、運搬用其他農の經營に必要な器具機械を論ずるものにして、或は單に農具學若くは農具論と稱す。

本書の講  
ずる所

本書は之を分ちて農業土木編及農具編となし、土木編にありては我國今日の農業に於て最も攻究を必要とする灌漑、排水、農道、耕地整理の四者を講じ、農具編にありては農具の



重要なものにつきて論述し、其性質を明かにし、兼て本邦農具改良の方針を知らしめんと欲す。

## 農業土木編

### 總論

#### 第一章 水の循環

水の循環  
の一般

地上の水は常に蒸發して空中に昇り、雨雪となりて再び地上に來り、一部は直ちに蒸發し、一部は地下に沈降し、一部は河を成し遂に海に入る。此の如くして水の常に地上と空中との間に循環することは讀者の已に知る所ならむなれども、今少しく農業水利に關する部分を述べん。

我日本は元來多雨の國にして、最も多き地方にては年雨量二千五百ミリメートル以上に達し、最小雨量を有する北海

雨水蒸發  
滲透流去  
の割合

道北東岸にても六百「ミリメートル」に下らず。其他は千「ミリメートル」以下にあるもの稀なり。殊に太平洋に面する南岸の地にありては一晝夜間三百「ミリメートル」以上に達する豪雨少なからずして、爲めに屢々河川の氾濫を來たし、大河沿岸卑濕の地をして排水に苦ましむ。而して此雨水の幾分が或は直接蒸發し、或は地下に入り、或は地表を沿ふて流去するものなるや。之を學ぶは極めて必要の事なりと雖も、我國に於て未だ研究の資すべきなく、且此等は氣候、雨の分配、土壤の狀態、覆蓋物の性質、地下水の高低等に依りて大に其量を異にするを以て、茲に明かに其數を示す能はず。然れども今其大略を云へば、全雨量の凡そ五〇％は直接に蒸發し去り、二五—三〇％は地表に沿ふて流去し、河川に入り、其殘部は地下に沈降するものなりとす。此割合は地勢によりて

六

池及河に  
於ける蒸  
發及滲透  
量

著しく異なるを免れず。嶮峻なる山岳部にありては地表を沿ふて流去する水、全雨量の七〇％以上に達することあり。又地下に沈降したる水の一部は泉となりて再び地上に現はれ、河川に合す。故に河川に聚る水量は其流域に降りたる雨量の三分の一乃至三分の二なるを常とす。

池沼、河川に聚りたる水は更に蒸發作用 (Evaporation) によりて其幾分を失ふ。然れども其量は蒸發計の如き小器に盛れる水と異なり。我國に於ける蒸發計の年蒸發量は略千乃至千五百「ミリメートル」なりとす。而して水路若くは池中にては蒸發量其六〇％に上る稀なり。池沼、河川内の水は又滲透作用 (Percolation) によりて損失す。此量は單獨に之を示すこと難く、通常蒸發量と合算し吸水量 (Amount of absorption) と稱す。今貯水池及水路につきて此吸水量を示さん、貯水池の

總論

七

底面砂土より成る時は吸水量は蒸發量の二倍に達し、底面粘土より成るか或は築造古くして泥滓の多く池底に沈澱するものにありては僅かに蒸發量に過ぐるあるのみ。砂壤を以て構成せられたる中形の新しき水路にては吸水量は流入水全量の三〇乃至五〇％に達し、土性粘重なるか或は古き水路にては二〇％以上の吸水量を見る稀なり。

上に説きたる所に據り讀者は雨量と蒸發量及滲透量の關係を知るを得べし。此等の關係は農業水利事業計畫の基礎を爲すものなるを以て農業者の深く注意すべき所なり。

## 第二章 河川

河川と土

雨水の地表を沿ふて流去するもの及地下に沈降し再び泉となりて現はるものは合して河を成す。此河は或は灌漑水

流量の意義

源たり、或は惡水排出場として農業土木と親密の關係を有す。故に今河の一般性質を異述せんと欲す。

### (一) 流量の變化

河川内を流るゝ水量は河の斷面を單位時間に通過する量を以て之を示す。此水量を流量(Discharge)と稱す。我國にては普通秒、尺單位を用ゆ。即ち一秒に對する立方尺數を以て現はす。

流量の變化

此河の流量は雨量、流域の大き及地勢等によりて異なるものなり。而して年内雨量の分配平等ならざるが故に同一河川にありても流量は常に變化す。此流量の變化は雨の分配不規則なればなる程、又流域峻嶒なればなる程著しきを致すものなり。平坦砂質地に於ける河にては最大流量は最小流量の三四十倍に過ぎずと雖も、山岳部を流るゝものには



## 流量と水位

## 河の勾配

りては百乃至二百倍に上るものあり。水源に近き部分にありては時に最大は最小の二千倍に達することあり。流量の變化は水位の高低に現はる。彼川の増水幾尺と云ふは是れなり。河の水位は普通高水位(H.W.L.)、平水位(M.W.L.)、低水位(L.W.L.)の三種に區別す。高低水位の差は流量と同じく河によりて異なり。又同一河川にても場處によりて等しからざるも、一般に水源より河口に近くに従ふて次第に小なるを常とす。我國にては地勢上、河水位の變化甚だ大にして、時に高水位は低水位上二十尺に至ることあり。河水は常に水源より一定の方向を取りて流る。故に水面は上流より下流に至るに従ふて低きものなり。此水面の傾斜を河の勾配と云ひ、距離を以て水位の差を除したる商を以て之を示す。人工の水路にては水面と底面と相平行するあ

## 勾配と水位

りと雖も、天然の河には然ることなし。大體より云へば河の勾配は地形に従ふものなり。されど河には前云ふ如く常に流量の變化あるを以て勾配も常に變ず。我國の河川は一般に勾配急なり。勾配急なる川は水流急に、出水速にして洪水多し。此の如く河は常に其流量水位を變じ、此流量水位の變化は流域の地勢或は川の勾配の急なるによりて著しきものなり。此變化大なるは多くの場合に於て灌漑水源及惡水排出場として不都合なるを意味す。故に水源を涵養し流量の著しき變化を制するは其利單に河水氾濫の害を除くのみならざるなり。

## (二) 河水の性質

河水が常に純粹の水にあらざるは幾多の事實が之を證するあり。然らば河水が含有する物質及其量は如何。今之を略



河水の含有物量

述せんと欲す。

河水中の固形物全量は河により、水位により、季節によりて同じからずと雖も、歐洲の河は其平水位に於て一萬分中重量にて最小〇・二にして、一乃至一・五を中位の數とし、一・五を最大となす。高水位の際に於ける極端量を求めば多くは水の二百乃至三百分の一の泥滓を有し、時には含有物量三十分の一の大量に達するありと云ふ。河水氾濫の際多量の泥土を地上に遺棄する、宜なりと云ふべし。

溶解性物質と浮遊性物質

河水が含有する物質に溶解性なると、浮遊性なるとあり。此兩者の間に如何の關係存在するかは種々の事情によりて異なりと雖も、一般に冬季には溶在物多く、夏季には浮遊物多し。又浮遊物は上流より下流に向ふて減じ、溶在物は之に反す。蓋し流速大なる水は運搬力大に、流速小なる水は運搬

含有物の性質

力小なればなり。

此河水中に存在する固形物は如何の成分を有するやと云ふに、石灰は常に其量著大にして、苦土は普通少量なり。且重金屬の鹽化物の如き有用物質に有害なるものは極めて微量なり。加里、磷酸の如き有用物質の量も比較的小量なりと雖も、普通土壤の含量に比すれば遙かに多し。又河水中含窒素物の量を見るに「アンモニヤ」は雨水より少なきも、硝酸は雨水より多きを常とす。今シュルチエ氏の調査に據りライン河の例を示せば左の如し。但し全含有物に對する％。

|    |       |      |       |
|----|-------|------|-------|
| 加里 | 〇・二   | 炭酸   | 一一・六八 |
| 曹達 | 〇・〇七  | 磷酸   | 〇・〇八  |
| 石灰 | 一四・四一 | 有機物  | 一・三九  |
| 苦土 | 一・七五  | 砂及埴土 | 六一・〇七 |

河水の肥  
培力

此等の割合は河により、季節によりて異なるべきも、河水が例外の場合を除きて、土地を肥培するの力大なるは疑ふべからず。

此の如く河水が含有する固形物は其量多大にして其質又植物の養分に富むを以て、河水の含有物質を耕地に附與するは大に其生産力を増加する所以なるを知るべし。而して洪水が多く泥土を耕地に遺棄したる場合に於て往々出來過の結果を來すは、此事實を證明するに足るものあり。

### 第三章 水の運動

流速

(一) 水路内に於ける水の運動  
水路若くは河川内に於て水は常に流動す。此流動の速力を流速と云ふ。今此流動に關する規則を略述せん。

水の流動  
と重力作  
用と  
勾配と重  
力の作用  
水路勾配  
の表式

水路の底面一方に傾斜する時は其傾斜の度如何に緩なるも、水路内の水は重力の作用によりて、傾斜の方向に流動す。此重力の作用は水路の底面傾斜の度を加ふるに従ふて大なり。換言すれば傾斜強き水路にては水の流速常に大なり。而して水路の傾斜の度は河と同じく之を勾配と稱し、水平距離を以て鉛直高を除したる商を以て現はす。今  $J$  を勾配を現はす價とし、 $l$  を水路の水平距離とし、 $h$  を  $l$  距離に對する高の差とする時は左の如し。

$$J = \frac{h}{l}$$

水の運動  
に對する  
摩擦の抵  
抗  
流動半徑

水は水路内に於て重力の作用によりて運動すと雖も、水路面と水との摩擦は此水の運動を妨ぐ。摩擦の抵抗は主として水路面の状態、觸水邊長 (Wetted perimeter)、流水斷面 (Sectional area of the water) 等に關係す。但し觸水邊長とは水路斷面に於

て水と接觸する三邊底及兩側の長を合算したるものを云ふ。而して觸水邊長を以て流水斷面を除したるものを流動半徑 (Hydraulic mean radius) と稱す。今  $A$  を流水斷面とし、 $P$  を觸水邊長とする時は流動半徑  $R$  は左の如し。

$$R = \frac{A}{P}$$

此摩擦あるが爲めに水路内に於ける水の流速は其斷面の各部同じからず。底及兩側に近き部分は流速小にして、表面中央部に近き部分は流速大なり。而して各部の平均を平均流速 (Mean velocity) と稱す。今流水の空氣に接觸する部分の速力即ち表面流速 (Surface velocity) と平均流速との間の關係を見るに、摩擦極めて少なき場合には平均速は表面速の九二%に達し、雜草繁茂甚だしき場合には僅かに六七%に過ぎず。然れども普通規則正しき水流にありては略八五%と算

平均速と  
表面速と

ダルシー  
の公式

し大なる誤なきを常とす。但し茲に表面速と云ふは表面の中央部の速即ち表面最大速の意なり。平均流速を求むる公式は種々あれども、最も用ひ易きものはダルシー氏の公式にして左の如し。

$$V = R \sqrt{\frac{1000 J}{0.08534 R + 0.35}}$$

但し  $V$  は一秒間の流速にして、呎を以て現はすものなり。此式は幅二十尺以内にして、底及兩側適當に構成せられたる水路にありては正確の價を得べし。

現今精密の計算に多く用ひらるゝものはクッター氏の公式にして、其形左の如し (但し呎單位)

$$V = \left\{ \frac{1.811 + 41.6 + \frac{0.00281}{J}}{1 + \left( 41.6 + \frac{0.00281}{J} \right) \times \frac{1}{\sqrt{R}}} \right\} \times \sqrt{R J}$$

クッター  
の公式



カジー氏更に此式の前項をCを以て現はし、左の如く簡単にせり。

$$V = C \sqrt{H} = C \sqrt{R \times \sqrt{T}}$$

此Cの價は水路面の性質及流動半徑の大きさにより異にして表を以て示さると雖も、Cの價を知る時は計算上に求めるを得べし。而してCの價は左の如し。

土を以て構成せられたる善良の水路

〇、二二五

可なり整一なる断面及勾配を有する水路

〇、二五

稍不規則にして石礫雜草の流を妨ぐる水路

〇、三

水路若くは河川の不規則なるもの

〇、三五一〇、五

水路若くは河川の流量は速力と断面との相乗積に同じ。今Qを流量とし、Aを流水の斷面積とし、Vを平均流速とする

(二) 流量

る時は左式の如くなるべし。

$$Q = A \times V$$

而してVを前掲の公式の如くする時は

$$Q = C \times A \times \sqrt{R \times \sqrt{T}}$$

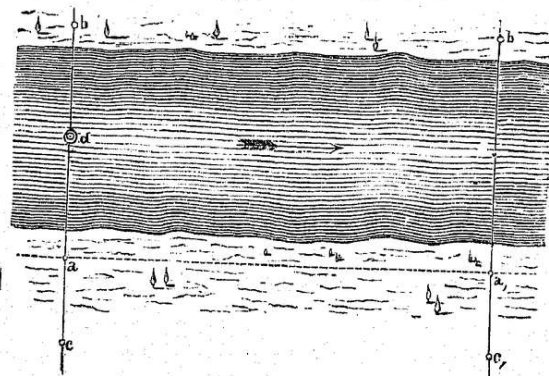
を得。此式を以て流水量を知るを得べし。

此平均流速は公式に依りて之を求め得べし。雖も亦實測の結果より易く算出するを得。即ち表面速を實測し、此より平均速を求むるなり。

表面速を實測するには浮標を以てするを最も簡單なりとす。然かも可なり精確に流速を求むるを得るなり。浮標は如何なる物體にても不可なく、唯認識し易くして水中に没せず、且餘りに多く水上に現はれざるものたるを要す。白色木片の如き其適當なるものなり。浮標を以て流速を測るには



第一圖



靜穩風なきの日を選び、河或は水路の規則正しき部分に於て中央部に之を流すこと第一圖の如くすべし。其流す距離は浮標が凡そ二三分間流れ得る距離即ち普通の水流れては三十間乃至六十間位となす。此距離を浮標が流るゝに要する時間を數回反覆測定し、其平均數を取るべし。然る時は

$$V = \frac{L}{T}$$

の式によりて表面最大速を一秒に對する尺數を以て示すを得。但し  $T$  は秒數にて現はしたる時間、 $L$  は尺に現はした

表面速より平均速を算定する法

断面積の測定法

る距離なり。而して此表面速より平均速を求むるは前節に説きたるが如く、〇・八五を乗ずるにあり。即ち左の如し。

$$V = 0.85 \times V'$$

流水の断面は正しき形を有する水路にては計算上之を見出すこと容易なりと雖も、多くの場合に於て又實測を必要とす。断面の測定には水流に直角に一線を設け、此線内に於て水流の幅を適宜の數に等分し、各部の平均深を測るべし。かくして等分したる水流の幅に各部の平均深を乗じ、合算すれば水流の断面積を得。

此の如く平均流速と断面積とは計算上及實測上之を求むるを得べく、從ふて其相乗積を以て單位時間に對する流量を發見するを得べし。

### (三) 水の溢流

溢流水の  
速力

水流を堰板を以て妨ぐる時は水位高まり、遂に堰板を越へて水の溢流する第二圖の如くなるべし。此溢流の際に於ける水の運動は如何なるべきか。

物理學上の定則に據り溢流水の速力は

$$V = \frac{2}{3} \sqrt{2gh}$$

なる式によりて示すことを得。式中  $h$  は第二圖の如く堰板の少しく上に於て測れる水頭なるも、畧算には溢流の厚さを以てすることを得。 $g$  は落下物體が一秒時の終に得る處の速即ち九、八一米若くは三二、二呎なり。

理論上の  
溢流量

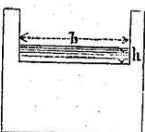
されば溢流量  $Q$  は理論上左式の如くなるべし。

$$Q = b h V = \frac{2}{3} b h \sqrt{2gh} = \frac{2}{3} \sqrt{2g} b h^{\frac{3}{2}}$$

實際上の  
溢流量

然れども摩擦の運動を妨ぐるあり、溢流断面の收縮するあるを以て實際に於ては溢流量は上式の如くなる能はず

フランシ  
スの公式



して、其價に或係數を乘じたるものに等し。  
即ち

$$Q = \frac{2}{3} m \sqrt{2g} b h^{\frac{3}{2}}$$

となる。而してフランシス氏は實驗上左の公式を得たり。(但し呎單位)

$$\frac{2}{3} m = 3.33$$

$$\therefore Q = 3.33 b h^{\frac{3}{2}}$$

此公式は溢流幅と水流幅と相等しき場合に用ゆるものなれども、溢流幅即ち  $b$  が  $h$  の十倍以上なる時は常に實用上可なり精確の價を得。若し溢流幅が水流幅より小にして側面に於て收縮起る時精密の計算を爲さんには左の式を用ゆべし。

收縮兩側に起る場合  $Q = 3.33 \left(b - \frac{h}{3}\right) h^{\frac{3}{2}}$

側面に收  
縮起る時  
の計算法

第二圖



上流に流  
速ある時  
の溢流量

堰板の用  
法

收縮一側にのみ起る場合  $Q = 3.33 \left( b - \frac{h}{10} \right) h^{\frac{3}{2}}$   
 上に説く所は堰板の上に於て水が静池を爲す場合に於ける  
 計算法なり。然れども流水を堰きたる時多くは其上流に  
 多少の流速あり。其溢流量は静水池の時に比し多きものな  
 りと雖も、其量僅かに一乃至二%に過ぎざるを常とす。  
 堰板上を溢流せしめ上式を用ひて水量を測定せんには堰  
 板を圖の如く垂直に立つべく、又堰板の頂及兩側の水に觸  
 るゝの面は下流の方面に斜に削りて鋭縁となすべし。然ら  
 ざれば摩擦の抵抗大なり。  
 此水を溢流せしめて其量を測るの法は幾多水量測定法中  
 最も簡單にして且比較的精密の價を得可し。故に小水路の  
 流量を知らんとする如き場合に用ひて甚だ便なり。

(四) 射出水

射出水の  
意義

理論上射  
出の速及  
量

實際上の  
射出量

貯水池若くは用水路の堤或は堰板の下部に開ける孔口に  
 通して水の流出することあり。此水面下に開ける孔口より  
 射出する水の運動は如何。茲に此實際的問題につきて説か  
 ん。

第三圖の如く側面に於ける直立截口より射出する水の速  
 力及其量は理論上左式の如し。

$$V = \sqrt{2gh} \quad Q = A\sqrt{2gh}$$

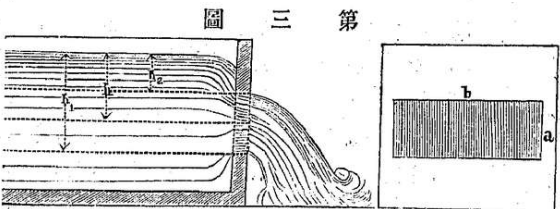
式中  $h$  は水壓の働ける高乃ち水頭 (head) を示すものにして、  
 水の外側に停滯するなき時は水面より射出口の中心に至  
 るの距離  $\frac{h_1 + h_2}{2}$  に當り、外側に於ける水位、射出口の中心以  
 上にある時は内外水位の差を云ふ。而して  $A$  は射出口の面  
 積 ( $\pi \times r^2$ ) を示すものなり。

理論上の射出速力及其量は上式の如しと雖も、實際に於て

は收縮若くは摩擦の妨ぐるありてCの價は常に次の如くなるなり。

$$Q = CA\sqrt{2gh}$$

此Cの價は孔口の性質によりて異なり。堰板に於ける銳直截口の如き銳縁なるものにあつては射出の際水の收縮甚だしくして、Cの價常に低く、略算には〇.六二を用ゆ、之に反し口縁厚きか或は短管を以て水を導く時は收縮起らずしてCの價高し。然れども摩擦の抵抗大にして、此抵抗は管長に正比し、管徑に反比するを以て長さ大に徑小なる時はCの價を減ず。此場合に於けるCの價を表示すれば左の如し。



第三圖

Cの價

| 管長<br>管徑 | C   | 管長<br>管徑 | C   |
|----------|-----|----------|-----|
| 2.5-3    | .81 | 40       | .62 |
| 4        | .80 | 50       | .60 |
| 6        | .76 | 60       | .57 |
| 10       | .74 | 70       | .55 |
| 15       | .71 | 80       | .52 |
| 20       | .69 | 90       | .50 |
| 25       | .67 | 100      | .48 |
| 30       | .65 |          |     |

銳縁の時も、厚縁の時も、孔口の圓なると、四角、三角の如く直線的なるとを問はず上に掲げたる數を用ゆることを得。但し直線の場合には上表管徑の代りに斷面中の最小徑を用ゆべし。又管が隔壁の内側に突出する時は收縮作用起る



を以て上の如く計算する能はず。即ち上の計算より略八分の一少なき射出量を得るのみ。  
 射出水の運動は略上述の如しと雖も、其實際に至りては各種の事情によりて其狀を異にす。但し實用上大略の計算には以て満足し得べき處なりとす。

#### 第四章 土工

土工の意義  
 切取盛土の平衡

土工とは切取、盛土等土に關する工事の總稱なり。水路の開鑿と云ひ、堰堤の築造と云ひ、其他道路、耕地整理等總べて農業土木の工事は其大部分土工より成る。故に農業土木を講究せんには土工に關する智識を有せざるべからず。  
 一般規則として土工には切取と盛土とを相等しからしむるを要す。切取の土量か盛土を爲すに足らざるが如き、又切

取の土量が盛土を爲して餘りあるが如きは共に工費を大ならしむる所以なり。故に實際に於て兩者の正しき平衡を得るは困難なるところなれども、可成其量を等しからしむる様注意せざるべからず。

##### (一) 土坪の計算

土坪の單位

土坪の計算法

總ての工事には切取盛土の量を精密に計算して、其差少なきの計畫を立つべし。切取、盛土の量は之を土坪と稱し、普通立坪即ち六尺立方の容積を以て單位とす。  
 一定面積に一定の厚さに盛土又は切取を爲す時は、面積に厚さを乗ずることによりて易く其土坪を知るを得。若し其厚さ全面同じからざる時は其平均厚さを求め之に面積を乗ずべし。又小丘の土坪の如きは其平面圖に同高線を劃し、各同高線の包含する平面積を測り、次の如く土坪を計算し

得べし。

各同高線の包含する面積  $F_0, F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$   
同高線の高さの差  $h$

$$M = \left( \frac{F_0 + F_1}{2} \right) h + \left( \frac{F_1 + F_2}{2} \right) h + \left( \frac{F_2 + F_3}{2} \right) h + \dots + \left( \frac{F_{n-1} + F_n}{2} \right) h$$

$$= h \left( \frac{F_0 + F_1}{2} + F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{n-1} \right)$$

但しMは全土坪を示すものなり。

若し又錐體の土坪を計算せんには、兩端及中央の斷面積を測定し左式の如く之を求むるを得。

錐體土坪  
の計算積

A 及 A<sub>1</sub>.....兩端の斷面積  
A<sub>2</sub>.....中央の斷面積  
L.....錐體の長さ  
 $M = \frac{L}{6} (A + A_1 + 4A_2)$

土工の收  
縮

道路堤塘の盛土、水路開鑿に於ける切取の如きは皆錐體を爲すを以て、此法によりて土坪を算定し得べし。  
土坪計算上更に注意すべきは土工の收縮なり。土は切取の際容積を増し、盛土に用ひらるれば沈定して其容積を減ず。之を土工の收縮と云ふ。此收縮の割合は土性により異なるものにして大略左の如し。

砂及砂利 八ヘルセント  
粘土 一〇  
壤土 一〇—一二  
腐植質土 一五

此事實は堤塘、道路等の築造に當りて記憶せざるべからざる所なり。

## (二) 切取及盛土の法

土の自然  
傾斜角

切取若くは盛土に於て其側面の傾斜土性に不相應に急なる時は土は崩壊して其形を保つ能はず。此崩壊するなからしめんと欲せば側面の傾斜角を物理學上の止動角と等しくせざるべからず。此止動角は土砂を板上に置き自然に水平面と成す勾配角なり。此角は土質によりて異にして、凡そ次表に示すが如し。

|       |      |
|-------|------|
| 濕りたる砂 | 二十四度 |
| 園土    | 二十七度 |
| 乾きたる砂 | 三十二度 |
| 砂礫    | 三十六度 |
| 壤土    | 四十度  |
| 粘土    | 四十五度 |
| 強粘土   | 五十五度 |

法の稱

土工上實  
際の法

此傾斜は普通土工上法(又勾配)と稱し、水平距離と其高との比即ち傾斜角の餘切を以て示す。我國にては俗に何割法と云ふあり。例へば餘切の價一なる時一割法と云ひ、二なれば二割法と云ふが如し。

切取盛土の法を自然に委する時は甚だ不規則の勾配を生し不便多きを以て、多くの土工には人爲的に之を制限す。然れども法、自然勾配より急なれば土砂は崩壊を免れざるを以て、表面に芝を植付けて之を防止するを常とす。而して實際上用ゆる法は一割五分を普通とし、砂質土の如き柔かなるものにては二割を用ゆ。但し高さ十尺以内の切取若くは盛土にては一割二分を規則とし、土性極めて硬き時は一割の法を用ゆることを得。

此の如く土性によりて自然に成す傾斜角異なるを以て、土

工には常に土性相當の法を與へざるべからず。若し芝を以て表面を被覆する場合と雖も、尙土性によりて法を斟酌せざるべからず。

(三) 土の解弛及運搬

具解弛の用

土は運搬するに先ちて之を解弛せざるべからず。此解弛には土性によりて鏟、鍬、鶴嘴等を用ゆ。袂き開鑿は鋤を以てすること便なり。

土工上土の分類

土工上、土の分類は土壤學に於けると全く異にして、單に其硬性に依る。而して普通左の三種に區別す。

第一種 最も軟かなるものにして、鍬等を用ひて解弛するを要せず。鏟の類を以て直ちに車に積み入れ得る土即ち砂礫の類。

第二種 解弛に鍬、鋤等を要するもの即ち園土、砂質粘土、

濕りたる壤土の類。

第三種 解弛に鏝、鶴嘴の類を要するもの即ち重粘土、乾固したる壤土の類。

解弛と積入れに要する人夫の割合

此の如く土性の硬軟により解弛に用ゆる器具を異にせざるべからず。而して第一種にありては一人が直ちに鏟を以て土を車に積入るゝを得と雖も、第二種の軟きものにては一人が解弛したる土を車に積み入るゝに二人を要し、更に硬き土にありては一人の解弛量と一人の積入れ量と相等しきに至り、硬粘土にありては二人の解弛量僅かに一人の積入れ量に及ばざるに至る。

運搬器具

土砂の運搬に用ゆる器具は運搬の距離によりて異なり。近きは舂又は、孤輪車の類を用ひ、遠きは馬車若くは軌道を用ゆ。



運搬の距離と用具

運搬の距離は切取及盛土の重心の距離を以て現はし、之を平均距離と稱す。此平均距離と運搬に使用する器具との關係を示せば、左の如し。

- 一、十二尺迄の距離には鍬を以て投ぐるを利とす
- 二、四百尺迄は孤輪車を用ゆるを利とす。
- 三、八百尺迄は二輪車を用ゆるを利とす。
- 四、二千五百尺迄は馬車を用ゆるを利とす。
- 五、其以上は小軌道を敷設し馬匹を以て車を輓かしむるを利とす。

運搬の通路、急勾配を有する時は大なる車輛を用ゆること困難なり。即ち二十分の一以上の勾配を有する坂路にては孤輪車以外の車輛を用ゆるに不利なり。勾配十二分の一以上に達する時は總ての車を用ゆること能はずして、畚を以

通路勾配と用具

土工の順序

解弛積入れの費

て運搬せざるべからず。  
上に説く如く土壌の性質により解弛の難易を異にし、運搬の遠近によりて用ゆる器具に得失あるを以て、實地に臨みては適當の法を採ることに注意すべし。

#### (四) 土工の費

農業土木の工事費は其大部土工の費なり。故に土工費を概算する法を知るは農業土木事業を起すに當りて必要のとなり

土工は如何なる場合にてても土の切取若くは解弛に始まり、之を運搬器に積入れ、盛土の場處に運び行きて之を棄て、目的に従ひ盛土の成形に終る。今此等の仕事に要する費は凡そ左の如し。

土の解弛及積入れの費 一人夫は一日に凡そ次に記する

容積の土を解弛し且車に積入ることを得。故に一日の労働賃銀を知らば一坪に對する費を算するを得べし。

砂土

二一三立坪

普通壤土

一、七

粘土

一、二

極粘土及砂利

〇、七一

運搬費

運搬費は通常棄土の費をも含む。而して之を算するは次の公式を用ゆ。

$$\frac{P(2D+d)}{1 \times C}$$

但しPは人夫一人一日の賃銀

Dは水平に直したる運搬距離坂路を水平に改むるには登り直高一尺に對し孤輪車は十尺、二輪車は二十尺を加ふ)

dは一日中に荷物を載せて車を牽き得る距離普通六里

しは車の止まり居る時間即ち積込み及棄土に要する時間を距離に改算したるもの(車の止まる時間は一往復に對し四分乃至六分にして此時間内に車を牽き得る距離を算す)

Cは一車運搬土積

なりとす。

成形の費  
土工費の  
略算法

成形の費 剩餘の土を棄つるには別に成形の費を要せざるも、堤塘道路の築造等には棄土を全面均一に散布し目的通りの形を成すを要す。此に費やす人夫は土性に從ひ凡そ四一〇坪に對し一人を要する割合なり。

此等の合算は所謂土工費に當る。然れども大略の計算には

一立坪の中等土を一町の距離に動かすに要する人夫は三人乃至三人半にして、距離一町を加ふ毎に二人を増すものと算することを得。

## 第五章 水路

水路の意義

水路とは通船、水力の利用、市街給水、灌漑、排水等の用に供する爲め人工を以て開鑿したる溝渠を云ふ。但し茲に説く所のものは灌漑、排水用の水路なり。

### (一) 水路の横断面

断面の不適當なる損害  
摩擦小なる断面

水路の横断面にして土地に適應せざれば兩岸の崩壊を來たすか、或は摩擦大に、水の運動を妨ぐるの不利あり。然らば水路の断面形状は如何にすべきや。  
水の流動に對する抵抗を最小ならしむるには流動半徑を

水路維持上必要な断面

断面諸價の算法

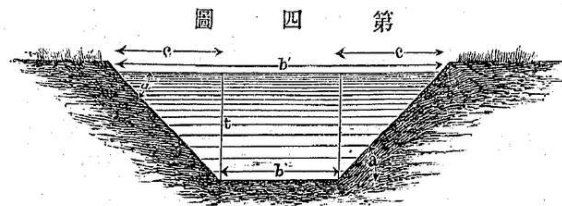
最大ならしむるにあるは、前に説きたるが如し。されば單に理論上より云へば半圓形は水路断面として最も適當なるものにして、正多形の半部之に次ぐ。然れども此等は實際上構成し得可き形にあらず。實地に應用し得可き形狀中最も有利なるは矩形の底幅か深さの二倍なるものとす。此形も水路小に土性極めて粘重なるか、又は護岸工を施したる場合の外用ゆべからず。故に水路断面として一般に採用し得可きは梯形なり。梯形の側面勾配は水路を開鑿する土性によりて異にせざるべからず。而して其土性に應ずる勾配は土工の章に説きたるが如し。

第四圖は梯形水路の断面にして、其断面、深幅の間に左の關係あり。

$$A = t(b+c) = d(b+600ka)$$

最有益の  
深さ

實際上の  
断面



一定横断面積及勾配角に對して最も有利なる断面形狀即ち流動半径最大なる断面形狀を知るには左式によりて深さを算することを得。

$$l = \sqrt{\frac{A \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}}$$

既に深さを知るを得ば、底幅及上幅を求むるは前式の示すが如し。

土性を詳かにせば之に應ずる法は自ら定まるものにして更に横断面積を知らば上の如く最も有利なる断面を求め得べしと雖も、實際に於ては水路に此の如き断面を與ふる能はざることあり。例へば灌漑

小水路の  
断面

水路断面  
の一般規則

溝に於て水位を高く保たしめんが爲め深さを減じ幅を加へざるべからざる場合の如き、或は排水溝に於て地下水位を低下せしめん爲め幅を減じ深さを加へざるべからざる場合の如し。

水路には梯形を一般形狀とすと雖も、最小水路にありては矩形若くは矩形に近き断面を與ふることあり。然かも土性軟弱ならざる限りは崩壊の憂ある稀なり。土性軟かき時も最小形の水路には尙七十五度乃至八十度位の急勾配を用ゆるを常とす。

要するに水路の築造には兩岸の崩壊せざる限り法を急にし、流動半径を大にし、水の運動を容易ならしめ、以て横断面積を減ずることを以て第一要件とし、更に實地に臨みて幾多の事情を斟酌して断面形狀を決定すべきなり。



(二) 水路の縦断面

水路の縦断面の傾斜は通常之を勾配と稱し、底面につきて云ふものなり。

一般に云へば水路の縦断面は其勾配急なるを貴ぶ。何となれば急勾配は流速を大にし、同一流量に對し水路の斷面積を減するの利あればなり。然りと雖も軟弱なる土質に急勾配の水路を設くる時は水路の形狀は維持し難きを以て、水路の勾配は土質に應じ一定の限度を越ゆべからず。今其限度を示せば左の如し。

土質に對する勾配の限度

|     |           |
|-----|-----------|
| 細微土 | 十萬分の十六    |
| 填土  | 十萬分の四十六   |
| 砂   | 十萬分の百三十五  |
| 礫   | 十萬分の四百三十三 |

地勢と水路勾配

重粘土

十萬分の五百七十

水路の勾配は此の如く土性によりて制限せらるゝと雖も、此限度内に於て可及的急勾配を用ゆるの要は斷面積を減するの利あるのみならず、水の荷ひ來る浮遊物の沈澱を防ぎ、蒸發と滲透による水の損失を減じ、水草の繁茂を妨ぐるの益あるを以てなり。されども又水路の勾配を定むるに當りては土地の一般勾配を考察せざるべからず。而して多くは其土地の勾配と一致せしむるを以て土工費の經濟となす。若し土地急傾斜をなし、之に従ふ時は水路の勾配急に過ぎ、水路維持し難ければ、處々に階段を附し瀧を設け、全體の勾配を緩ならしむるを要す。

水路の本末と勾配

更に水路勾配につきて考ふべきは、常に整一なる勾配を可とすと雖も、又本より末に至るに従ふて其流速を漸く加へ

眞直の利益

得る様勾配を與ふべきことなり。即ち灌漑溝にては支溝は主溝より排水溝にては主溝は支溝より常に流速を大ならしむべし。是れ土砂の沈澱を防ぐに必要な事柄なり。水路内に於ける土砂の沈澱は保存費を増し、殊に灌漑溝に於て貴重なる養分を耕地に致す能はざらしむるの損失あり。要するに水路の縦断面は土質地勢の許す限り急勾配を與ふるを第一要義となし、以て幾多の利益を享受すべきなり。

### (三) 水路の曲度

水路は眞直なるを以て常に利ありとす。今其利益の主たるものを擧ぐれば次の如し。

- 一、長さを減ず。
- 二、横斷面積を減ず。
- 三、水の速度を増し灌漑排水に利あり。

曲度の制限

四、土砂の沈澱を減ず。

五、沿岸の崩壊を減ず。

六、蒸發滲透に因る水の損失量を減ず。

されば水路の方向は可成眞直にすべきものなりと雖も、地勢其他の必要に迫まれ曲線を畫かざるべからざることあり。此場合にも其彎曲半徑を可成大ならしむべし。然らざれば幾多の不利伴ふものなり。而して此彎曲半徑は大なる水路には深さの三倍乃至五倍を以て通例安全とす。

### (四) 水路の堤

水路に全部掘鑿したるものあり又全部築堤によりて成るものあり。其何れを用ゆべきやは地形及用途によりて異なり。一般に灌漑水路は水位を高く保つの要あるを以て築堤し、排水路は水位を低める目的なるを以て掘鑿したるもの

水路の形

## 堤の形

とす。全然築堤と成れる水路は水の損失大に、且土工費も最大なるを以て多く用ゆべからず。又水路には兩者の中間に位するもの即ち一部掘鑿、一部築堤に依りて成るものあり。此形は土工上最も有益なるものにして、實際多くの水路は此種に屬す。

水路に堤塘を築く時は其高さは最高水面より二尺以上高くし、其頂幅即ち馬踏は水路の大きに従ひ四尺乃至十尺とす。多くの場合には一方道路なるを以て其馬踏は要する道幅によりて定まる。法は水に接する方即ち内法を外側即ち外法より稍緩にするを以て堤塘の破壊を防ぐに利あり。而して其内法は普通一割五分とし、砂質土には二割の勾配を與ふ。且土工の章に述べたるが如く土砂は築堤の後收縮するものなるを以て之を見込み豫定の高さより一割其高さ

## 灌 溉

## 第一章 灌漑の目的

灌漑の定義

灌漑の目的

灌漑とは土地の生産力を増進する目的を以て土地に水を導き且規則正しく分配する法を云ふ。

灌漑の目的は土地の生産力を増進するにあり。然れども更に其目的を精細に示せば凡そ左の如きものあり。

- 一、雨の不規則なる分配を補ふ爲め。
- 二、雨量植物の需用に應ずる能はざる時其不足を補ふ爲め。
- 三、水中の含有物を以て土地を肥培する爲め。
- 四、地温を高め植物の生長を促がす爲め。

五、地温を低め植物の生育に適せしむる爲め。

六、土中の害物を撲滅する爲め。

七、霜害豫防の爲め。

八、土地を膨軟にし耕勸を容易ならしむる爲め。

此の如く灌漑の目的とする處多様なりと雖も其主要なるものは一、二、三の三者なり

植物生活の根源たる土中の水は雨水を其主源とす。而して此雨水は常に規則正しく年内平等に降下するものにあらず。或は作物の水を需むる甚だ盛なる時、返て連日降雨を見ざることもあり。是故に作物をして完全の發育を遂げしめんには人工を以て雨の不規則なる分配を補ひ土地をして常に適宜に水濕を保有せしめざるべからず。或は雨の分配不規則なるにあらざるも、植物の性質上特に多量の水を需用

#### 濕潤灌漑

するか、又は降雨豊かならざる爲め灌漑を要とすることあり。此二者は多少事情を異にするありと雖も、灌漑の目的共に水濕を補給するにあり。此の如く水濕の補給を以て目的とする灌漑を濕潤灌漑 (Moistening irrigation) と云ふ。

#### 肥培灌漑

普通水は必ず多少溶解性及浮游性の物質を含有し、之を土地に灌ぐ時は其一部は土地に吸収せられ或は沈澱す。而して水の含有物質中には植物の養料たるもの存在するを以て、其土地を肥培する力ある明かなり。殊に河水の肥培力大なるは前已に説きたるが如し。此含有物を以て土地を肥培する爲めにする灌漑を肥培灌漑 (Manuring irrigation) と云ふ。

#### 灌漑の二大別

灌漑の多くは水濕の補給若くは肥培を以て其目的となし、其他の目的を以てするものは甚だ稀に行はるゝ所なり。故に灌漑は普通、濕潤灌漑及肥培灌漑の二種に區別す。而して



濕潤灌漑は主として南方暖國に行はれ、肥培灌漑は殆ど北方寒地の特有なり。蓋し溫暖の地は蒸發盛にして、降雨の分配不規則なるを常とするも、寒冷の地は蒸發少なく、特に水濕を需むる多き作物の外水濕補給の必要なければなり。又肥培灌漑は専ら牧草地に行はる處にして、普通耕地に見る稀なり。我國にては現今肥培灌漑の例殆と絶無なりと雖も、將來牧場の改良を肥培灌漑に待つもの少なからざるべし。

## 第二章 灌漑用水質

### 有害水

灌漑用水につきて第一に鑑定すべきは、水が作物に有害なる物質を含有するや否やと云ふことなり。そは勿論化學的分析によらざれば明かに斷じ難しと雖も、鑛山、染料製造所、金工所其他酸性物質を流す工場より出づる水は灌漑に用

### 灌漑の目的と水質

ひて多く有害なるものなり。天然の湧水も時に有害なることあり。卑濕なる泥炭地より流出する酸性の水或は亞酸化鐵を含む湧水の如き其例なり。此等有害水は人工を以て除害するを得、從ふて灌漑の用に供せられざるにあらざるも、普通其要を見ず。

灌漑の目的單に水濕を補給するに止まらば、有害物を含有せざる限り如何なる水も之を用ゆるを得べしと雖も、肥培物質の含量多きは固より貴ぶ可き所なりとす。若し肥培を以て灌漑の目的とする時は用水が有害物を含有せずと云ふのみを以て満足し得べからず。必ず若干量の肥培物質を含有するを要す。而して其量多きを以て良水となすなり。故に灌漑の目的如何に關せず、用水は肥培物質の含量多きを以て良性なるものとなす。

浮游物及  
溶在物と  
水質

水が含有する物質は其溶解性なると、浮游性なるとを問はず、灌漑によりて其幾部を土地に附與す。然れども其附與する割合は著しく異にして、溶在物は遙かに浮游物に及ぼす故に水の肥培力は主として浮游物の含量によりて定まるものにして、従ふて灌漑用水として良質なるは浮游物に富むにあり。但し之れ通常の場合に於て云ひ得べきことのみに、例外的場合なきにあらず。

温度と水  
質

水質の良否を判するに更に一大要件あり。水の温度是れなり。温度の水質の良否に關する、濕潤灌漑にては化學的成分に比して一層大なるものあり。一般に云へば灌漑用水は其温度高きに利あり。低溫の水が作物に有害なるは我稲作に於て多く實見する所なり。地勢上他に高溫の水を求むべからざる時は長く水路内を通過せしめ、陽熱によりて溫めた

水質の間  
接鑑定法

る後耕地に注ぐを可とす。

要するに濕潤灌漑用としては温度高きを第一要件とし、肥培灌漑用としては浮游物に富むを以て良水とす。而して此水質は經過地及水邊に生ずる植物の種類によりて略推斷するを得べし。例へば市街地を經過し來る水、石灰岩層、花崗岩成土壤等を経て來るの水は多く養分に富み、砂礫層を通過し來るものは肥分に乏しきが如し。又十字科、玄參科、毛茛科、浮萍科等の植物が自生する水は多く良水にして、莎草科、香蒲科、燈心草科等の植物が繁生する水は多く其質劣惡なるが如し。

### 第三章 灌漑用水量

#### (一) 用水量の表示法

用水量の  
表示法

水量の單  
位

用水量は水の或量と依りて以て灌漑せらるゝ耕地面積との比を以て現はすを法とす。此法を示すに先ち水量の單位につきて述べし。

水量を示すに一定時間に對する水量を以てすると、單に水深若くは高さを以てするとの二あり。今實際的に此兩單位を示せば左の如し。

時間に對する水量を以てするもの。

英米 Second-foot or 1 cubic foot per second (秒呎即ち一秒に對し一立方呎)。

佛獨 Second-litre or 1 litre per second (秒リートル即ち一秒に對し一リートル)。

日本 秒尺即ち一秒に對し一立方尺。  
水深を以てするもの。

兩法の利  
とする處

用水量表  
示法に於  
ける英佛  
の差異

英米 foot or acre-foot (呎或は英反呎即ち一「エーグル」に水深一呎を與ふる水量)。

佛獨 Meter or hecter-meter (米或は「ヘクター」米即ち一「ヘクター」に一米の水深を與ふる水量)。

日本 尺或は町尺即ち一町に一尺の水深を與ふる水量。  
前法は流水、水路、断面、樋管の計算等設計上に用ゆるに便にして、後法は貯水池の如き靜止水若くは雨量等と用水量との比較に利あり。然れども用水量の計算には前法を用ゆる場合多しとす。

此等の單位と耕地面積との比を以て用水量を現はす。而して時間に對する水量と耕地面積との比を示すに當り英米は普通毎秒一立方呎に對する「エーカー」數を算じ、佛獨は毎秒一「ヘクター」に對する「リートル」數を算ず。即ち一は水量を

用水量の  
實際的表  
示法

變ぜずして耕地面積を變じ、他は耕地面積を一定し置きて毎秒之に要する水量を「リートル」數を以て現はすものなり。我國にては佛獨法の如く一町一秒に要する水量を立方尺數を以て示すを常とす。水深を以てするものは英米にては一英反呎の水量と其灌溉面積との比を示し、獨佛にては面積に關係せず單に水深を稱する故に任意の灌溉面積に應用するを得べし。今其表示法の實際を左に掲げん

時間に對する水量を以てするもの。

英米 *Duty per second-foot* (一秒呎の水が灌溉し得る面積即ち「エーカー」數)

佛獨 *Litre per heceter and second* (一秒「ヘクター」に對し要する「リートル」數)

日本 一町一秒に對し要する立方尺數。

水深を以てするもの。

英米 *Duty per acre-foot* (一英反を灌溉するに要する「エーカー」「フット」數)。

佛獨 *Irrigation-depth in meter* (灌溉に要する水量を水深に現はすこと雨量の如くす)。

日本 英法に倣へば一町尺の水と其灌溉面積との比を現はし佛法に倣へば單に水深を尺數にて示す。

上記の用水量表示法の相互間關係を次に示す。

英法の改算式

D ..... 一秒呎の水が灌溉し得る「エーカー」數

B ..... 灌溉日數

S ..... 一日の秒數

N ..... B 日數間「エーカー」を灌溉するに要する英反呎

英法改算  
法

改算法



佛法改算  
法

數

F ..... 一英反の平方呎數

$$\frac{1}{D} = \frac{N \times F}{B \times S}$$

佛法の改算式

D ..... 一秒「ヘクター」に對する「リートル」數

C ..... 一立方米の「リートル」數

H ..... B日數間の灌漑に要する水深(米)

M ..... 「ヘクター」の平方米數

$$H = \frac{D \times B \times S}{C \times M}$$

日本單位の改算式

D ..... 一秒一町に對する立方尺數

H ..... B日數の灌漑に要する水深尺

M ..... 一町の平方尺數

日本單位  
の改算法

石數と立  
方尺との  
改算法

各種作因  
と其影響

各國用水量表現式間の改算は各國單位間の關係を知らば容易に之を行ふことを得。

$$H = \frac{D \times B \times S}{M}$$

我國に於て時に作物の全生育期間に要する灌漑全水量を石數を以て示すことあり。之を一秒一町に對する立方尺數に改算するには石數に六、四八二七を乗じ立方尺數に改め、之を全生育期の秒數を以て除するにあり。

## (二) 用水量に影響する諸因

用水量は灌漑工事の基礎をなすものにして、之が攻究は極めて必要のことなりと雖も、又甚だ複雑なる問題なり。即ち幾多用水量を左右するの事情存在するあり。溫暖なる氣候と寒冷なる氣候とは何れが多く灌漑水を要するや、降雨の多少は用水量に如何の影響を及ぼすべきや、

佛法改算  
法

數

F ..... 一英反の平方呎數

$$\frac{1}{D} = \frac{N \times E}{B \times S}$$

佛法の改算式

D ..... 一秒「ヘクター」に對する「リートル」數

C ..... 一立方米の「リートル」數

H ..... B日數間の灌漑に要する水深(米)

M ..... 「ヘクター」の平方米數

$$H = \frac{D \times B \times S}{C \times M}$$

日本單位の改算式

D ..... 一秒一町に對する立方尺數

H ..... B日數の灌漑に要する水深(尺)

M ..... 一町の平方尺數

日本單位  
の改算法

$$H = \frac{D \times B \times S}{M}$$

石數と立  
方尺との  
改算法

各國用水量表現式間の改算は各國單位間の關係を知らば容易に之を行ふことを得。

我國に於て時に作物の全生育期間に要する灌漑全水量を石數を以て示すことあり。之を一秒一町に對する立方尺數に改算するには石數に六、四八二七を乗じ立方尺數に改め、之を全生育期の秒數を以て除するにあり。

## (二) 用水量に影響する諸因

用水量は灌漑工事の基礎をなすものにして、之が攻究は極めて必要のことなりと雖も、又甚だ複雑なる問題なり。即ち幾多用水量を左右するの事情存在するあり。

溫暖なる氣候と寒冷なる氣候とは何れも多く灌漑水を要するや、降雨の多少は用水量に如何の影響を及ぼすべきや、

各種作因  
と其影響

灌漑

## 灌漑の目的と用水

問はずして明かなるものあり。土性も亦著しき影響を用水量に與ふるものにして、地勢、地下水の高低の如きも或は用水量を大ならしめ、或は小ならしむ。更に作物の種類が用水量に關係するあるは水稻と他畠作とにつきて明かに之を認むることを得べし。

此の如く氣候、土質、地形、地下水の高低、作物の種類は皆少なからぬ影響を用水量に及ぼすものにして、其他にも尙數多事情の用水量を多少にするあり。

されど用水量に最大の關係を有するものは灌漑の目的なり。濕潤灌漑にありては其目的單に土地に水濕を補給するにあるを以て、如何なる場合にも比較的小量にして足ると雖も、肥培灌漑にありては其用水量常に多大にして、殆ど一定の制限なしと云ふも不可なきが如し。之を實際に見るも

## 水損失の原因

濕潤灌漑にありては通常一秒、「ヘクター」に對して二三「リートル」を出でず。其極端の例を求むるも五「リートル」を越ゆる稀なり。然るに肥培灌漑の用水量にありては時に百五十「リートル」の多きに達することあり。されば用水量に影響する諸因中、灌漑の目的は其最要なるものにして、上述の諸事情の如きは之に比して甚だ輕きもののみ。是を以て用水量を論ずるには目的によりて二分せざるべからず。

## (三) 濕潤灌漑の用水量

水は一部植物に吸収せられて葉面より蒸發し、一部は土壤又は水面より直接蒸發し、更に一部は地下に滲漏沈降す。若し此三原因によりて損失する全水量を降雨によりて補ふを得ば特に人工を以て水を灌ぐの要あるなし。之に反して損失量が降雨より植物が得る水量に超過する時は、茲に灌

普通灌漑  
をなす作  
物

水稻の消  
費水量

灌漑の必要を生ず。故に兩者を比較する時は灌漑の要ありや否やを知るを得べく、若し灌漑の要ある場合には其量をも見出すことを得べし。

歐米諸國にては麥類、玉蜀黍、馬鈴薯、果樹、其他多くの畑作物に灌漑するありと雖も我國にては雨量一般に多く、此等の作物には灌漑を要せざるを常とし、唯水稻、陸稻、綿、甘蔗、藍、少數の蔬菜類等に行ふのみ。今此等につきて水の全損失量と生育期間に作物が降雨より得る處の水量との關係を見んと欲す。

水稻は我農作物中最も灌漑を必要とするものなり。幾多試験成績より推算するに我國の中等氣候に於て一反歩の水稻が其全生育期間に消費する水量は凡そ左表の如し(但し單位石)

最小 最大 中位の數

畑作物の  
消費水量

有用雨量

水量

|     |      |       |           |
|-----|------|-------|-----------|
| 早 稻 | 三〇〇〇 | 八五〇〇  | 五〇〇〇—六〇〇〇 |
| 中 稻 | 四〇〇〇 | 一〇〇〇〇 | 六〇〇〇—七〇〇〇 |
| 晚 稻 | 五〇〇〇 | 一二〇〇〇 | 七〇〇〇—八〇〇〇 |

畑作物の消費水量は明かに之を算し難く、種類によりて多少の差あるべけれど、一反歩の用量大略二千石乃至五千石なるべし。

全損失量より雨量の作物によりて利用せらるゝ部分を引去りたる殘部が灌漑を要する水量なり。此雨量の部分は有用雨量と稱し、水田に於ては全雨量の八〇乃至九〇%、畠地にては六〇乃至七〇%を普通の率とす。此率を作物生育期間の雨量に乗じて有用雨量を算し、更に全損失量より差引き、灌漑に要する水量を略算するに左の如き數を得。



用水量の  
最小最大  
限

平均用水  
量と最大  
用水量

水稻 全生育期間一秒一町に對し〇、〇二五〇、〇八  
八立方尺  
畠作物 盛夏四十日乃至六十日間一秒一町に對し〇、〇  
一〇、〇四立方尺。

故に我國に於ては水稻用水量の最小限を〇、〇二立方尺町  
秒（〇、六リットル町秒）、最大限を〇、一立方尺町秒（三リ  
トル）となすを得べく、畠作物にては最大限を〇、〇五立方尺  
町秒（略一、四リットル）と定むるを得べし。更に中位の數を  
求めなば稲作は〇、〇五立方尺（一、四リットル）乃至〇、〇七  
立方尺（二、リットル）町秒なるべく、畑作物は〇、〇二立方尺  
（〇、六リットル）町秒を越へざるべし。

此等の數は稲作に於て全生育期間の平均灌漑量にして、畑  
作物にては盛夏二ヶ月以内の平均量なり。然れども實際に

肥灌漑  
用水量の  
計算法

肥灌漑  
用水量を  
左右

於ては其期間の或時期に於て平均量より多量の水を要す  
るや明かなり。其最大要水期に於ける用水量は凡そ平均量  
に其四割乃至五割を加へたるものに等し。此事實は灌漑事  
業の計畫に際して忘るべからざる處なり。

#### （四） 肥灌漑の用水量

肥灌漑に要する水量は別に制限あるものにあらず。然れ  
ども其効果を完からしめんには適量の水を灌がざるべか  
らず。而して其水量を算するの法左の如し。

$$\text{作物が土地より奪却する養分量} = \text{必要灌漑量} \times \text{K(水の單位容積内に存在する養分量)}$$

但しKは水の土地に與ふる養分量の全含有量に對する割  
合にして〇、二より〇、九に至るの差あり。

水の養分含有量は常に同じからず。Kの價は灌漑法、水質等

する作因

によりて著しく異なり。加ふるに作物の養分奪却量も作物の種類によりて等しからざれば肥培灌漑の必要水量は甚だ不定なり。されど主として灌漑法と水質とによりて其量を變ずるものなり。

其實例

歐洲の例に見るに灌漑水を耕地上に滯溜せしむる時は大略一秒一「ヘクター」に對し一〇乃至一五「リートル」の水は能く肥培の目的を達するを得べきも、水をして常に地面に沿ふて流去せしむる時は三〇乃至一〇〇「リートル」の大量を要すと云ふ。又以て灌漑法が用水量に至大の關係を有するを知るべし。

#### 第四章 灌漑の水源

水源の種

灌漑の水源とすべきものは普通川、貯水池、泉井の四者とす。

#### (一) 川

水源とし  
て川の價

頭首工

今此等につきて略説する處あらん。

河は灌漑水源として最要なるものなり。水量普通豊かに、水質多くは良に、且廉價に水を供給することを得。

河深大に、水量豊富に、水位高き時は用水路の頭首に於て水門或は扒樋を設くるのみにて水を導くことを得るも、多くの場合には低水量多からざる爲め堰を設け、水を溜め、水位を高かむるを要す。又堰の上に沈澱する土砂を掃除する爲めに掃除樋を堰の下部に設け、洪水の際、堰、水門等の破損を防ぐ爲めに遁樋を築きて、多量の水を放流せしむることあり。此等を總稱して頭首工 (Head-works) と云ふ。之れ川より水路に水を引入るゝに要する工事なり。

頭首工は一般に河か山間部より平坦部に出づる點に置く

頭首工の  
位地

灌漑

堰に關する計算

を可とす。此の如き場所にては土地及河の勾配常に急に  
て、最短の水路によりて水を耕地に導くを得べし。且河幅狭  
く、河底堅固にして堰の築造費を減するを得るなり。又頭首  
工を設くるには河の眞直にして斷面の整一なる部分を選  
ぶべし。然らざれば土砂の沈澱多きの損あり。更に一の注意  
すべきは河流の速度が水路内の速度に超過せざる如き  
點を選ぶことなり。然らざれば水路内に土砂の沈澱多く  
して、年々浚渫の費を要する大なり。

堰は頭首工中重要なるものにして構造種々あれども、最も  
簡單なるものは粗朶及砂利を以て築きたるものなり。即ち  
川を横ぎりて杆を打ち、元口三寸乃至六寸の粗朶束を砂利  
にて押へ置くものなり。高さ三四尺を越ゆべからず。或は又  
三本乃至四本列の蛇籠を用ゆることあり。

堰に關する計算

或高さの堰を設けなば水位を幾何高め得るか。又水位を若  
干尺高めんれば高さ幾尺の堰を設くべきや。之れ實地上必  
要なる計算問題なり。若し堰が從來の水位より高き時は次  
の如く簡易に算することを得。

G……堰の高さ

D……從來の水深

d'……堰の爲めに昇る水位

h……溢流の水深

Q……溢流量

b……堰の長さ

$$G = D + d' - h$$

$$Q = 3.33bh^{\frac{3}{2}}$$

$$G = d + d' - \left( \frac{Q}{3.33b} \right)^{\frac{2}{3}}$$

水門と堰との關係的地

水門は堰によりて溜められたる水を遲滞なく水路内に流  
過せしめざるべからず。此目的を達する爲め水門は堰に接



## 水門の構造

水源としての貯水池の価値

して設けることを要す。兩者の間、距離を保つ時は土砂は水門前に堆積して、次第に水の流過を妨ぐるに至るべし。且堰は常に河流に直角に設くるを可とす。水門に向ふて斜に設くるの例は往々見る所なれども、爲めに水の掘鑿作用を起し、徒らに水門に強壓を與ふるのみ。若し反對に傾く時は水門前に土砂の沈澱を來たし、水の水門に入る量を減ず。水門の構造に種々あり。全部木造なるものあり。門扉のみ木造にし、他は石若くは鐵より成るものあり。或は全部石煉瓦又は鐵造なるものあり。場合によりて得失ありと雖も、一間以上の樋管は石造若くは煉瓦造にし、門扉も鐵製たるを利とす。

## (二) 貯水池

貯水池は河に比して事業費大に、水質貧しきの不利ありと雖も、其他の灌溉水源に比しては水量豊かに、水溫高く、事業

## 集積すべき雨量

貯水池に關する計算

費も小なるものなり。是を以て各國古來灌溉用貯水池の設け甚だ多し。殊に我國の如きは地勢上河水の灌溉し得る地位比較的少なくして、水を貯水池に求むる要多く、將來の發達すべき灌溉水源中最も貴むべきものなり。

貯水池を設くるに當り第一に知らざるべからざるは貯水池に集積すべき水量なり。此水は貯水池の聚水地に降りたる全雨量の略五〇％と算することを得。されど聚水地の状態不可なる場合には雨量の三分の一を集め得るに過ぎず。此集りたる水の一部は池中に於て蒸發と滲漏とによりて損失す。其量は總論第一章に於て述べたる處なれども、大略集積全量の六乃至七％と見做すを得べし。

貯水池築造の位地定まらば集積の水量は聚水地の面積と雨量とより之を算することを得。されば築造すべき貯水池



貯水池築造の位地及其得失

貯水池の

の大き即ち與ふべき容積は自然に知るを得べし。集積水量に相當したる貯水池を設けざるは大なる不利なり。又集積水量を算するを得ば灌漑し得る面積も知ることを得。我國溜池の築造に多く此等の計算を缺くを以て往々不測の失敗を招くことあり。

貯水池築造の位地に天然の湖水を利用するもの、小川を利用するもの、谿間を利用するもの、及平地に設くるもの等あり。天然の湖水を利用するは最益なりと雖も、常に求め得べきにあらず。小川を堰きて貯水池を設くるは普通求め得べき位地の内最も便利なるものとす。谿間を利用するものは從來多く行はる處にして其利前者に次ぐ。平地に築造するものは最も不利益なるものなり。

何れの場合を採るとするも堰堤築造の長さ小なる位地を

堰堤

選ぶこと必要なり。然らざれば事業費大なるの損あり。堰堤に土堰堤、土石堰堤、石堰堤の三種ありて其何れを利とするやば基礎の性質及材料運搬費に關す。然れども高さ百尺以内の堰堤にては我國の如き一般に土堰堤を用ゆるを可とす。土堰堤は土功の章に述べたるが如く内法を外法より緩にせざれば崩壞の恐れ多し。即ち通常五分の緩を與ふ。外法は材料の性質に従ふて一割五分乃至三割五分を用ゆ。砂利と粘土との混合土にありては一割五分の法にて足ると雖も、輕き砂にありては最も緩なる勾配を要す。馬踏は高さ五十尺以上の堰堤には十尺を最小とし、其以下の堰堤には六尺乃至八尺とす。

(三) 泉

泉の水源

泉水は時に極めて溶解性養分に富み、土地を肥培する力大

としての  
價值

泉水の灌  
漑法

なるものあれども、浮游物常に乏しく、殊に夏季温度低きを以て良質の灌漑水と云ふを得ず。且つ水量多くは小にして、毎秒二立方尺を算し得るは極めて稀なり。之に反して冬季灌漑用としては泉水は甚だ効あり。蓋し冬季一般に温度高く、之が灌漑は大に植物生育に利するあるべければなり。泉水は夏季低温にして直ちに之を耕地に灌ぐは有害の結果あるを以て、此周圍に池を設けて水を溜め、或は水路内を若干距離流過せしめ陽熱の爲め温めらるゝを待ちて、耕地に導き入るゝを可とす。

#### 四 井

井の種類

井に三種あり普通井、鑽井、掘抜井、アビシニヤ井是れなり。アビシニヤ井と云ふは鐵管の下端に小孔を多數に穿ちたるものを地中に打込み、其一端を水層に達せしめたるものな

普通井

り。鑽井の如く水の地表に噴出するもの稀なり。普通井より水を汲み上げ灌漑に用ゆることは古來行はる處なれども、水温低く、養分の含量少なく、其水量數反の灌漑に過ぎず。且つ汲み上げの勞費大に、現今は勿論將來有望の水源たる能はざるなり。

鑽井

鑽井は通常水地表上に噴出するを以て便なり。温度は低しと雖も、往々養分に富むものあり。我國の鑽井は其水量一般に小にして一秒〇、一立方尺を算する稀なり。殊に年々噴出水を減ずるの實あるは惜むべきことなり。

アビシニ  
ヤ井

アビシニヤ井は水量時に著大なるあり。水質は鑽井に等し。唯唧筒にて汲上ぐるの費を要するの不利あり。要するに泉井の如きは其水質良ならず。其量又多くは大ならず。灌漑水源として有益なるものにあらず。唯貯水池を設

くるの地位なく、水を導く川なき場合に於て已むなく利用すべきもののみ。

## 第五章 用水路

### (一) 用水路の一般

用水路の  
意義

用水路に  
必要なる  
條件

用水路とは灌漑用水を水源より導き耕地に致すの溝渠を云ふ。既に其目的灌漑水を通ずるにあり。従ふて他の水路と異にして最小の費を以て耕地に水を供給し得る様に構成せざるべからず。今用水路に必要な條件を擧ぐれば左の如し。

- 一、其位地可成高くして廣大の地を支配し得るを要す。
- 二、絶へず水を供給することを要す。
- 三、浮游物の沈澱と雜草の繁茂を妨ぐるに足るべき勾配

と速度とを與ふるを要す。

四、水源に於ける流速より水路内の流速を急にすることを要す。

五、水路小なるに従ひ急勾配を與ふるを要す。

其他水路の章に述べたる水路一般の性質を具有するを要するは云ふ迄もなし。

用水路内  
の損失

用水路の設計に當り更に注意すべきの事は水路内に於ける水の損失なり。其量は已に述べたるが如くなれども、我水路は多く其延長小なるを以て略算二〇%と見做すを得べし。故に灌漑期中最大の用水量に二〇%を加へ其水量を流過し得る水路を設けざるべからず。

一本溝 (Main canal)



## 二、配水溝 (Distributary)

## 三、灌溉私溝 (Private irrigating channel)

此等は其大きさを異にするに従ふて多少其構成を異にせざるべからず。左に各階級につきて其性狀を略述せん。

## (二) 灌溉本溝

灌溉本溝は時に主溝又主渠と稱し、水源より耕地の方向に水を導くものなり。其位地は最短の距離と最小の費を以て灌溉さるべき耕地の最高部に水を導き得るものたるべし。詳しく云へば土地の水界線に沿ふて高低線を直角に横きり兩側に配水溝を分派し得る如き位地に置くべし。此定置をなすには凡そ縮尺一萬分一にして五尺乃至十尺の高低線を記入したる地圖を製するを要す。

水路の勾配断面及流速は互に親密の關係を有すること前

灌溉本溝  
の位地

勾配

既に説きたるが如し。而して水路内の流速は土性に従ひ一定の限度を越ゆべからず。然れども又水路には土砂の沈澱、水草の繁茂を制するに足るべき流速を與ふること肝要なり。毎秒二尺乃至三尺の流速は能く此目的を達することを得べく、通常の土性は、大抵三尺以内の流速に堪へ得るを以て、土性の甚だしく軟弱ならざる限りは水路維持に差支なき範圍に於て能く土砂の沈澱、水草の繁茂を制するを得べし。已に断面と流速とを定めなばクッター氏等の公式によりて勾配を算定すること容易なり。實際的に云へば底幅十間以上の水路にては一萬分一の勾配已に能く土砂の沈澱を防ぎ得べき流速を生ずるも、小水路にては千分の一乃至三千分の一の勾配を與へざるべからず。

水路断面の最も經濟的なる形狀は前已に述べたる處なれ



底幅と深  
さに關す  
る一般規  
則

ども、用水路は其水位を高く保つの必要あるを以て、深さに比し幅の甚だ大なるを常とす。印度に於ける例にすれば大なる用水路にありては底幅は深さの十三倍乃至十六倍に當る。此深さと底幅との關係につきて今日行はるゝ一般規則を擧ぐれば、中等の大きさを有する用水路にありては底幅は深さに一を加へて自乗したるものに同しくすべし（但し呎單位。今を深さとして底幅をりとし此規則を式に現はせば左の如し。

$$b = (d + 1)^2$$

### (三) 配水溝

用水溝の  
必要

配水溝は本溝より分水する水路なり。故に或は分水路と云ふ。直接水を耕地に供給する小溝は本溝に接するものにあらず。本溝が數多の小水路に接するは水路組織上の損失な

配水溝の  
位地

るを以て、適當の距離に於て少數大形の配水溝を分ち、配水溝は更に直接耕地に水を導く小水路を分つものなり。故に用水路には水源より水を導く本溝と直接耕地に導く小水路との間に配水溝を要す。配水溝の通過すべき位地は本溝と同じく其支配すべき土地（水地下地）の最高位に當り、兩側に小水路を出し得るものとす。此の如くして水下反別を大にし、其數を減じ、灌漑に便ならしむ。

配水溝の  
断面及勾

配水溝の断面形狀は略本溝と同じ。斷面積は支配下の耕地が要する水量に相當したる者とし、嚴に其過大を制すべし。然らざれば地積を損し工費を大にするのみならず、水の損失多かるべし。又配水溝の底面は本溝より高くすべし。之れ其水位を高く保ち、本溝内に於ける浮游物の來り沈澱する

配水溝に  
於ける堰

なからしめんが爲めなり。且築堤開鑿の費を減ぜん爲め土地の一般勾配と略平行に配水溝の勾配をなすべし。我國に於て時に配水溝に堰を設け、水位を高め、或は水流の方向を轉ぜんとすものあり。此事たる直接耕地に水を灌ぐ小水路にては差支なきも、大なる配水溝にありては爲めに土砂の沈澱、水草の繁茂を招くの不利あり。決して爲すべきの事にあらず。

#### (四) 灌溉私溝

灌溉私溝は或は灌溉小溝と稱し、直接耕地に水を分配する小水路なり。他の大用水路と同じく其灌溉すべき土地の最高部位を通ぜしめ、之に沿ふ兩側の耕地を灌溉せしめざるべからず。而して灌溉を受くる耕地の各區劃は必ず其一邊に於て之に接觸する様に配置すべし。

灌溉小溝  
の配置灌溉小溝  
の断面及  
勾配我國用水  
路の一般  
缺點

其断面は殆ど直立の側面を用ゆるも妨げなし。勾配は配水溝より更に急なるを要す、三百分一乃至六百分一を通常とす。若し地勢甚だ平坦なれば千分一迄の緩勾配を許すを得。又其方向は常に直線的なるべし。我日本の用水路につきて一般の缺點と見做すべきは其断面大に過ぐるごとく、其勾配水路の小なるに従ふて減ずることなり。断面の大は地積上の損失のみならず水の損失工費共に大なるものなり。宜しく其断面を減じて水の必要量を通過せしむるに限るべし。勾配次第に減ずるは土砂の沈澱を多からしむ。更に又用水路は次第に分水するものなるを以て末端に至るに従ふて流過すべき水量を減じ、従ふて其断面を小にし得べものなるに、我用水路の多くは返て末端に至るに及びて其断面を増すの實あるは、地積及水路維

持上の損失小なりとせず。此等の事實は各地之を認むることを得。

## 第六章 灌溉組織

### (一) 灌溉組織の種類

灌溉組織の意義  
灌溉の四主義

水と耕地との結合方法を灌溉組織と云ふ。灌溉組織は灌溉の目的、用水量、土性、地形、作物の種類等によりて異なり。水を土地に與ふる方法に左の四種あり。

- 一、水を耕地面に撒布するもの。(撒布灌溉)
  - 二、側面より水を浸潤せしむるもの。(側灌溉)
  - 三、水層をして地面を覆はしむるもの。(上灌溉)
  - 四、地下水の水を吸収せしむるもの。(下灌溉)
- 撒布灌溉は甚だ簡單なるものにして普通灌溉組織と稱す

重なる灌漑組織

るものにあらず。而して側灌溉には二種、上灌溉には三種の灌溉組織之に屬するあり。今日専ら行はるゝ灌溉組織の主たるもの六あり。即ち左の如し。

- 一 堰溜法
  - 二 浸潤法又は畦間溜溜法
  - 三 溜溜法
  - 四 滯流法
  - 五 溢流法
  - 六 導管灌溉法
- 側灌溉に屬するもの
- 上灌溉に屬するもの
- 下灌溉

灌漑の目的と組織

此等の内第一、第二及び第六の法は純粹に濕潤灌溉に屬するものにして、第四第五法は一に肥培の目的を以てするものなり。而して第三の法は濕潤及び肥培の目的に兼用せらる。



堰溜法の  
解

(二) 堰溜法

此法は明渠排水組織存する土地に於て旱魃若くは他の原因により地下水位甚だしく沈降したる時、排水路を處々に堰き、内に惡水を溜め、其水を以て表土を潤するものなり。即ち別に水源、水路を求めずして、惡水及惡水路を其まゝ灌漑の用に供するものなり。灌漑組織中の最簡單なるものにして、其費小なりと雖も下層土浸透性に富み、土地の勾配緩なる所にあらざれば用ゆるを得ず。歐米の牧草地に往々用ひらるゝ處なり。

堰溜の用  
ひ得べき  
場合

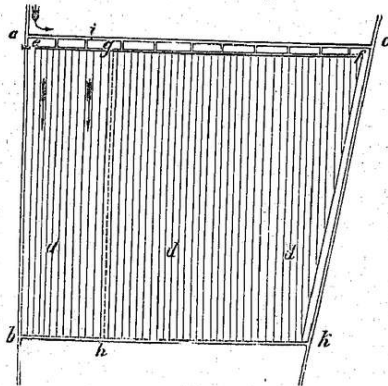
浸潤法の  
解

(三) 浸潤法

此法は時に前法の如く排水路を利用することあれども、地下の惡水を用ゆるにあらずして、新たに水を導くものなるを以て前法より大に進歩したる一種の組織なり。而して多

浸潤法の  
模範

第五圖



くは水路として作物の畦間を利用するものなるを以て畦間灌漑の名あるなり。我國に於ける畑作の灌漑は多く此法に屬し、歐米の蔬菜馬鈴薯、果樹等の灌漑は大部分此法に依る。

此法に於ける水路組織の模範たるべきものは第五圖に示すが如し。圖のaは灌漑本溝にして、aは配水溝なり。此配水溝より直接にbなる畦條の間に水が侵入する時は畦條を破壊するの恐れあるを以て、更にaに平行にcなる小水路を設け、兩者は凡そ五畦毎に横渠によりて連絡せしむ。灌



勾配急なる時の水路配設法

水は一時 $a, c$ 及 $e, f$ を或處に於て堰止めて、一部分つゝ順次に一方より他方に灌漑を進め行くを常とす。即ち先づ $g$ 迄灌漑せんには $i$ 及 $g$ の處に於て堰止むるが如し。畦間に入りたる水餘る時は $h$ なる集水溝に入り本溝に再び返るものなり。上圖は勾配緩なる地に於ける模範組織なれども、若し勾配急なる時は畦を高低線に平行の位地に設け、配水溝より小渠を傾斜の方向に數多分岐せしめ、更に畦間に水を導くを法とす。但し我國畑作灌漑には別に水路組織を設くること稀なり。

#### (四) 瀦溜法

瀦溜法の解

地面上に水を溜めて地中に滲入せしむる我稻作の灌漑の如きを瀦溜法と稱す。此組織は灌漑すべき土地を小堤にて區劃し、同一區劃内は之を水平に均らし、各區劃の一邊は灌

瀦溜法と區劃

漑小溝に沿はしめ、之れより水を導き、耕地全面に水を被らしむるものなり。此法は排水不良なる土地に行ふ不可なるを以て用水路と反對の邊に排水路を設くるを要す。此組織は區劃内同一平面を保つの必要あるを以て平坦なる土地にあらざれば區劃を小にせざるべからず。然れども區劃の小は耕作上に不便多きを以て、勾配強き地にては土地高低線に平行の位置に區劃を延長し、可成其大ならんことを計るべし。

瀦溜法の得失

此灌漑法は土地に水濕を與ふるのみならず、水中の浮游物は大部分沈澱するを以て土地を肥培するの効あり。又冬季に用ひて霜害を防ぐの利あり。然れども風化作用を妨け、夏季地溫を低下するの害あるを以て、肥培の目的を以てする場合の外水層の淺きを貴ぶ。

稻藺の如き隙草の外此組織は牧草地に用ひらるゝことあり。然れども良好の牧草を得難きを以て、牧草地の灌漑法としては溢流法に劣る。唯其組織の簡單なるは此法の利とする所なり。又肥培の目的を以て行ひ砂土及礫質土を改良する効少なからず。

### (五) 滯流法

滯流法は瀦溜法と溢流法との中間に位するものにして、瀦溜法の如く水を全く瀦溜せしむるにあらず、さればとて溢流法の如く速かに水を流去せしむるものにもあらず、水は常に耕地面上に深く存して徐に流動しつゝあるものを云ふ。其目的瀦溜法の如く濕潤を主とするものにあらずして、肥培を以て目的とするものなり。然れども濕潤を以て目的とする我稲作の灌漑中此に類するもの稀なりとせず。

滯流の解

滯溜法の組織

停溜法の得失

溢流法の解

其得失

此法耕地の四圍、小堤を繞らすこと瀦溜法の如く、一隅より常に水を流入せしめ、他の一隅よりは絶へず水を流出せしむ。其瀦溜の水深は普通五寸乃至一尺とす。

此組織は勾配急なる地に用ゆるを得ずと雖も、養分の大部分を土地に附與するの利あり。又設備簡にして費を多く要せざるを以て、平地の肥培灌漑として可なるものあり。唯空氣を土地より遮斷するは其缺點とする所なりとす。

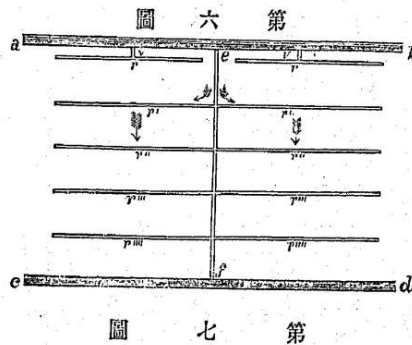
(六) 溢流法

溢流法は牧草地肥培灌漑組織の最も發達したるものにして、水は灌漑小溝より溢れ、薄層となりて絶へず地面上を一様に緩流するものなり。故に肥培の目的を達すると同時に良好の牧草を收め得可し。唯用水の多量を要するは其缺點なり。

灌漑

此灌漑組織に二種の法式あり。一は灌漑溝より水の溢流する唯其一侧に於てするものにして傾地溢流法と稱し他の一は同時に兩側より溢流するものにして設畦溢流法と稱す。此等は更に二分せらる。即ち地面の形狀自然のまゝなるか或は僅かに人工を加へたるもの其一にして、人工を以て地面の形を改め灌漑の目的に適せしめたるもの其二なり。前者を自然傾地溢流法若くは自然設畦溢流法と稱し、後者を人工傾地溢流法若くは人工設畦溢流法と稱す。傾地溢流及設畦溢流の何れを用ゆべきやは主として土地の勾配によりて定まる。而して普通千分の二十五以上の土地には傾地溢流法を用ひ、其以下の勾配には設畦溢流法を用ゆるを利とす。

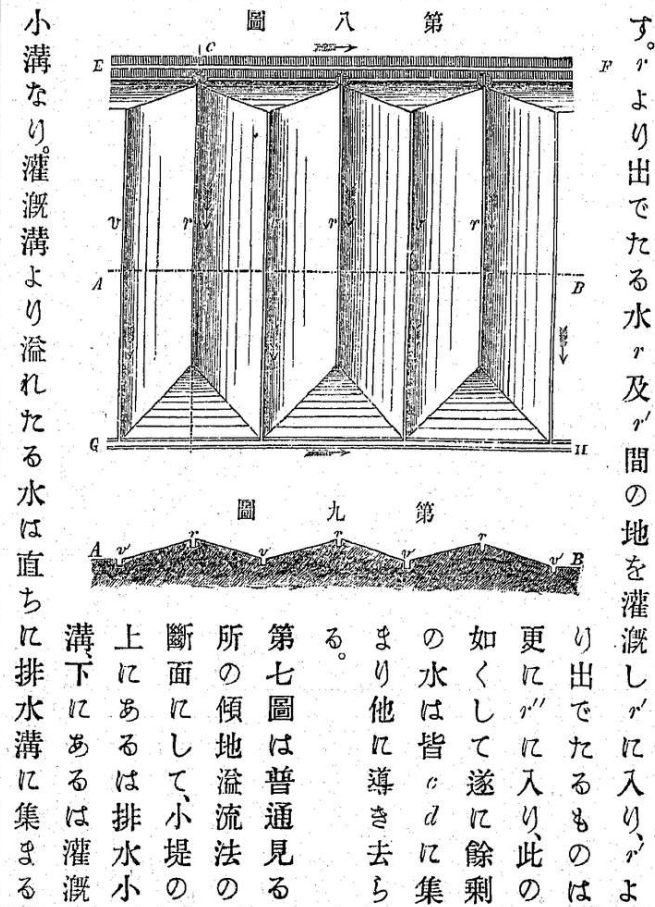
溢流法によりて水の流過する地面は千分の四十乃至五十



以上の傾斜を與ふべからず。然らざれば水の流過速大にして浮游物の沈澱少なく、水の滲入亦十分なる能はず。加ふるに地面洗ひ流さるゝの恐れあり。地面を沿ふて流過する水層は薄きを可とす。然らざれば土中空氣の缺乏を來たすべし。之れ溢流法を行ふに當り注意すべき處なり。

第六圖は平坦地の自然傾地溢流法を示すものなり。a, bは灌漑本溝にして、e, fは配水溝なり。c, c'等は灌漑小溝にして、水は之より下方に向ふて溢流





設畦溢流法の解

ものにして、第六圖の如く水の反覆使用せらるゝことなし。第八圖及第九圖は人工設畦溢流法の平面圖及斷面圖にして、設畦溢流法にては圖の如く家根形の廣畦を作り、 $E$ 、 $D$ なる配水溝より畦の最高部を通ずる灌漑小溝  $r$  に入りたる水は溢れて畦の最低部に存する排水小溝  $c$  に入り、遂に  $G$  且に集まりて他に排除せらるゝものなり。

(七) 導管灌漑

導管灌漑

此法は地下に漏水を作り上層の土壤を浸潤せしむるものなり。水は地下に埋設したる鐵管又は土管内に集むるものにして、其水の管内より出づるは或は土管接合の間隙よりし、或は特に上に向ふて水を出すの通路を設くるあり。我國九州地方に於て旱魃の際暗渠の排出口を塞ぎて上層の土壤を濕ほすは下灌漑の一種と見做すべきなり。



# 排水

## 第一章 排水の目的

土中水濕の存在は作物に必要なるも、其量多きに過ぐるは返て作物に有害なることは、植物生理學の教ゆる處なり。如何なる土地にても深淺の差こそあれ其下層に不透性の土層存在せざるはなし。故に雨水の一部は地下に沈降し、此層に至りて滯溜す。此地下の滯溜水を地下水と稱す。若し土地低きか、雨量多きか、隣接の高地あるか、河水位高きか、不透性の土層淺きが如き場合には地下水位は高きを常とす。而して地下水位地面下四尺以内であれば既に多くの作物は土地の過濕に苦しむ者なり。地下水位更に高くして地面に

過濕は植物に有害なり

地下水

地下水位と植物

排水

惡水

排水の目的

達せば土地は沼澤と化し、隙草と雖も生育不良なり。此の如き地には降雨の後一時地上に著しく水の堆積するありて、作物を甚だしく害することあり。我大河沿岸には此の如き地若くは之に類似するの地少なからず。土地低くして高地之を繞らす如き場合には停滯水は遂に地上に現はれ、土地は四時水を被るに至る。之れ所謂湖水なり。湖水にありては作物は最早栽培すべからざるなり。此の如く土地過濕の原因一ならず、其程度も亦異なりと雖も、總て作物の生育を害する過剰の水を惡水と云ひ。其地面下に存するものを地下停滯水と稱し、地面上に現はるものを地表若くは地上停滯水と稱す。而して此等惡水を集めて之を排除する方法を排水と名く。即ち排水の目的は惡水を排除して作物の生育に適する様に土地を改良するにあり。

完全なる  
排水

地上停滯  
水のみを  
排除する  
場合

上に説きたるが如く地下水位地面下四尺以内であれば既に多くの作物の生育害せらるゝを以て、効果完きを望めば排水は常に地下水位を凡そ四尺以上に沈降せしむるを以て目的とせざるべからず。然りと雖も比較的高位地に存する土地を除きては器械力を以て水を排除するの外其目的を達する難し。實例を以て云へば我稻田の山麓に接し山の浸透水を受くる濕地の如き地下水位を深く沈降せしむる容易なりと雖も、大河沿岸の低地に於て地下水位多く地面に達するが如きは揚水器械を用ゆるにあらざれば地下水位を深く沈降せしむる能はず。假令器械を用ひて排水する場合にも其費を小ならしめんが爲めに、且我國は比較的土地の過濕に堪ゆる水稻を以て低地の作物となすを以て、低地の排水は普通地上停滯水のみを排除を以て目的とする

の利益を見るなり。

## 第二章 排水量

地下水位  
の測定法

地上に惡水停滯する時は其排除を必要とすることは一見之を知り得べしと雖も、停滯水地下にある時は排水を要するや否やを知るには地下水位の實測を必要とすることあり。地下水位の高さは附近の井水位によりて之を知るを得べく、若し適當の場所に井なき時は長さ五尺巾一尺の三角形の無底箱を作り、其側面は上端五寸以下に數多の小孔を穿ち、之を土中に挿入し上端四五寸を地上に露出せしめ、上端を板に蓋ひ置き、其箱内の水位を以て地下水位を検するを得べし。

既に排水を必要とせば排除すべき水量を知ること肝要な

排水量の表示法

排水量に  
影響する  
諸因

り。此水量は事業の計畫に最大の關係を有するものなり。  
排水量は用水量と同じく土地の單位面積より單位時間に  
排除すべき水量を容積を以て現はすを法とす。例へば一町  
一秒に對し〇、〇五立方尺と云ふが如し。或は一區域の排水  
に當り排水を施すべき地積定まる時は單位面積に對する  
量を云はずして、直ちに單位時間に排除を要する全量を云  
ふことあり。

排水量は雨量、氣候、土性、地勢、停滯水の狀態、排水の目的等に  
よりて異なりと雖も、最大の關係を有するものは地面と停  
滯水位との關係的位地なり。平時停滯水位甚だ高からざる  
ものにありては雨水は地下に沈降し一時地下水位著しく  
昇るあるも、爲めに作物を大に害するに至らず。故に徐々に  
惡水を排除するの計畫をなして可なれども、地下水位常に

我國に於  
て排水量  
大なる場  
合

地下水に  
於ける排  
水量の計  
算法

夏季排水  
の場合

地面に近く、或は停滯水地面上に現出するものによりては  
雨水は深く地上に集積して、往々作物を水腐せしむること  
あり。殊に我國に於ては稻の開花時期に際し豪雨多く、地上  
停滯水は短日時の間に稻に大損害を與ふるを以て、惡水の  
排除を急速に計らざるべからず。されば地上停滯水及地下  
停滯水の單位時間及面積に對する排除量は、大に異ならざ  
るを得ず。

土地比較的高位にありて雨水の一部は地表に沿ふて直に  
流去するか、或は蒸發し、一部は地下に沈降し地下水位を高  
むる時、即ち排水の要單に地下水排除に止まらば排水量の  
計算に次の法式を用ゆるを常とす。

夏季の排水は最大日雨量(R)に滲透歩合(C)を乗じたるもの  
を七日間に排除するものとす。之を式にて示せば左の如し。

春季排水  
の場合

$$\frac{R \times C \times 3.3 \times 108000}{1000 \times 7 \times 86400} = \text{一畝に對する排水量(立方尺)}$$

春季の排水は最大月雨量(R)に滲透歩合を乗じたるものを二週間に排除するものとす。之を式に示せば左の如し。

$$\frac{R \times C \times 3.3 \times 10800}{1000 \times 7 \times 86400} = \text{一畝に對する排水量(立方尺)}$$

但しCの價は中等土に於て夏季灌溉に四〇%、春季灌溉に七五%とす。

地上停滯  
水の排水  
量計算法

土地低くして地下水地面に近く、滲透量殆ど0にして且地表に沿ふて流去するの途なく、雨水は殆ど其全部直に地面上に集積する如き場合例へば我大河沿岸卑湿地の如き處の排水量計算には左の法式を用ゆべし。  
稻作生育期間の最大日雨量全部を三日間に排除するものとす。之を式に示せば左の如し。

一區域の  
全排水量

$$\frac{R \times 3.3 \times 108000}{1000 \times 3 \times 86400} = \text{一畝に對する排水量(立方尺)}$$

上式は安全數を採りたるものにして、若し僅かに稻の水腐を免ると云ふ如き不十分なる排水を以て満足するならば、雨量は數年の最大日雨量平均を取りて用ひ、日數は延長して五日となすを得。

一區域の單位時間に對する排水全量を知らんと欲せば上の如くにして得たる排水量に其聚水區域の全面積を乗ずべし。單に過濕を患ふる耕地面積を乗ずるは非なり。何となれば土地の過濕は決して其地面上に降りたる雨のみによりて來るものにあらずればなり。此事は殊に池上停滯水排除の場合に於て忘るべからざる處なり。

### 第三章 排水法の種類



排水法の  
二主義

悪水の停滯は本と比較的土地の低きに因す。故に土地を高むるの法を取らば水の停滯する憂ひあるなく、排水の事自ら成る。之れに反して若し土地をして在來の高さを保たしむるも水を除去するの策を講ぜば排水の事又成し難きにあらず。是れを以つて排水法は其主義に於て左の二種に分る。

普通排水  
の二種

- (甲) 土地を高めて悪水の害を根本的に除去するもの。
  - (乙) 在來の土地に悪水を排除する設備をなすもの。
- 乙は普通所謂排水の法にして器械力により悪水を排除するものと、重力の作用によりて低きに就きて流去せしむるものと、の二法あり。即ち
- (一) 器械的排水
  - (二) 自然排水若くは重力排水

重力排水  
の二種

是なり。排水法は更に又左の如く二分せらる。

大地方の  
排水法

- (イ) 明渠排水
- (ロ) 暗渠排水若くは埋渠排水

蓋し明渠排水とは單に溝を地面に穿ちて悪水を流過せしむるものにして、暗渠排水は地下に通路路を設くるものなり。此兩者は單に耕地内の排水に關する區別にして、大地方の排水にありては暗渠のみを以て其目的を達すること能はずして、暗渠の水は大なる排水明渠に集まりて遂に河海に注ぐを常とす。然れども茲には簡略を要とするを以て明渠排水の章に於て大地方排水に關する事項を合せ説述せんと欲す。

明渠排水は其設備簡なりと雖も、暗渠に比し不利なる點少なからず。左に記するは其主たるものなり。

徒らに地積を費すること。  
 修理の費少なからざること。  
 耕耘の便を缺くこと。  
 肥料の流失多きこと。  
 此の如き不利あり。故に耕地は普通暗渠を以て排水するを利とす。

#### 第四章 排出口

排水の明渠法に依ると暗渠法に依るとを論ぜず、惡水は遂に其放流の途を求めざるべからず。惡水放流の途は普通河若くは海にして、排水路の此等に通ずる處を排出口と稱す。此排出口の位置及性質は排水の難易に關係する少なからず。若し耕地内の排水組織如何に完全なるも排出口にして

惡水排出  
の途

排出口の  
位置

水門

適當ならざれば耕地は過濕を免るゝ能はずして排水の効果充分なる能はず。排出口は排水事業を起すに當り第一に注目せざるべからざるものなり。  
 排出口若し海に開くときは可成風蔭の位地を撰ぶべし。然らざれば土砂の爲めに排出口埋没するの恐れあり。河にては曲部の凹みたる部分に置くべし。然るときは水深く土砂の口外に沈澱することなし。又排出口より水の流出する方向は可成川の流水と鋭角をなさしむること必要にして、直角は嚴に禁すべき處なりとす。若し排水地低き時は口底を河底か下るべき見込の最も低き位地に置くを通例とす。  
 排出口か海若くは水位昇降著しき河に通ずる時は水門を設けて逆流を防ぐべきなり。水門の扉は自働自在即ち内外水位の差によりて自然に開閉するものを便とす。水門の中

排水

柱は尖縁若くは圓縁なるを要す。然らざれば水の流過に大なる抵抗を與ふ。幅五尺を越へざる水門には上下に開閉し得る一枚扉を用ゆるを常とす。水門の構造は種々なれども河に開く場合には洪水の際殊に大なる水壓を受くるを以て堅固なるを要す。水門を流過する水量を測るには其流速を水門の外方に於て檢すべし。然らざれば其結果大に過ぐ。中柱尖縁若くは圓縁なる時は摩擦の抵抗四%より大ならざるも、平縁なる時は一五乃至二〇%に及ぶ。又上下する扉の如く四方より抵抗を受くる時は實際の流量は理論上の流量の六〇%より多からざるべし。

排除水を受くるの河川の水位、時に耕地より高きことあるも常時低きものにありては單に水門を設くるのみにて可なれども、其水位多くの時に於て耕地面より高きか或は耕

地面に近き時は排水出口に改良を施し、水位を低落せしめ以て排水の便を計らざるべからず。而して普通施し得べき改良法は凡そ左の如し。

- 一、雜草の除去及河底の浚渫によりて水位を低めること。
- 二、河の水源地に砂防土を施し、以て河底の昇高を制すること。
- 三、河の曲りを矯め水を快流せしむること。
- 四、河と平行に極めて緩勾配を以て惡水を導き、河水位の低落を待ちて排水出口を開くこと。

## 第五章 明渠排水

已に述べたるが如く、明渠排水は地面に現はるゝ溝渠により惡水を排除する法にして、此溝渠は之を排水路又は惡水

排水路の  
特性

路と稱す。故に明渠排水の事は排水路の性質を明かにするに依りて之を知るを得。但し茲に排水路と稱するは純粹明渠排水法に屬する耕地内の小組織に用ゆるものゝみの謂にあらざるなり。

(一) 排水路の一般

排水路は惡水を流過せしむるものなるを以て、其具有すべき要件自ら他の水路と異なるものあり。排水路の特性たるべきもの左の如し。

- 一、其位地可成低き處にありて廣大の地を排水し得るものたること。
  - 二、深さ可成大なるを貴むものなること。
  - 三、水路大さを増すに従ひ流速を大ならしむべきこと。
- 其他は一般水路と異なるなしと雖も、之を用水路に比して

排水法の  
階級

上述の如く根本的に相違の點を有す。我國に於て此全く相反したる性質を有する二者を往々混同するあるは甚だしき誤と云ふべし。

排水路は用水路の如く之を三階級に分つを常とす。即ち左の如し。

一、排水本溝或は主溝又主渠 (Main drain)

二、集水溝又第二排水溝 (Secondary drain)

三、排水小溝 (Minor drain or ditch)

排水本溝は全排水區域の惡水を集めて之を河海に導く水路にして、排水小溝は各地區より直接惡水を排除するものなり。而して集水溝は小溝の水を集めて本溝に致すの用に供せらる。

(二) 排水路の配置



排水路配置の原則

若し地面に凸凹ありとせんか水は常に最低の部位に集まるべし。是れ排水路の當に置かるべきの處たるなり。されば排水路は其排水區域の最低の部位に置くを以て其原則となすべきや論なし。されど其實際に當りては地勢土質排水口の位置等に依り多少の相違なかるべからず。

排水路の配置方法  
排水路に關する三個の定則

平坦なる土地に於ては一般に平行の位置に排水路を配列し、地面に高低あるの地は全區域の最低位に排水本溝を設け、集水溝及小溝共に各其排水すべき地區の最低部に配置す。若し土地の勾配全體に著しき時は土地の高低線に平行の位置に集水溝を設け、小溝は之に直角の位置に配列するを法とす。一般に排水路を設くるに次に記する三個の通則あり。

一、總ての合流點を曲線にするを要す。

二、二個の小溝が恰も相對したる點に於て集水溝に入るべからず、而して集水溝の本溝に於ける亦同じ。

三、排水路殊に小溝は平行に配列するを可とす。

第一、及び第二の規則を守らざれば水は氾濫するの恐れあり。第三の規則に従はざれば耕地全面平等に排水を受くる能はず。此等の規則は暗渠排水にも之れを適用するを得べし。

承水溝

更に排水路配置に關し考ふべきの一事あり。土地若し他より流入する水を受けずして、單に自己の面上に降下したる雨水を被むるに止らば、如何なる場合と雖も著しく惡水の停滯を來たすなし。惡水に苦しむの地は多く近傍に高地ありて、其高地より水を受くるものあり。我大河沿岸の低地の如きは、大抵一面に河を帶び、一面に山岳若くは丘陵を帶び

我國排水  
事業の  
大缺點

此高地に降れる雨水は急速に流下して、低き耕地上に集まり、大なる停滯水を生ず。而して河水位も當時降雨の爲め昇昂し、爲めに耕地上の悪水は排出の途を得ず、茲に大害を作物に與ふるものなり。若し高地より來る水を全く阻止するを得ば、假令耕地上に降りたる水は全部地上に滯溜するも通常慘害を與ふるに至らず。是を以て高地の麓を廻らして溝渠を設け、以て高位部より來る水を低地に致さずして他に流過せしむるは、多くの排水計畫に於て必要なりとす。此溝渠は之を承水溝又捕水溝 (Catch-water drain) と稱す。

我國の排水事業が多く不成蹟なるは實に此承水溝の不備に座す。又山岳丘陵より水の流入するなき場合にも土地の高低線に平行に承水溝を多數に設けることによりて、大に其惡水停滯より來る慘害を輕減するを得べし。

排水路の  
断面一般

悪水路の  
法

排水路の  
勾配

### (三) 排水路の断面及勾配

排水路内の水位は常に低きを貴ぶ。されば排水路は理論上最も有益なる断面を與ふるを可とするが如しと雖も、其實際に至りては排出口の水位の爲めに制せられ、深さに比して幅を大にするの必要あり。されど之を用水路に比すれば深さ大なるを常とす。

大なる排水路にては底幅は一般に深さの四倍乃至六倍なり。而して法は本溝を二割以上とし、集水溝を一割二分より一割半の間とす。小溝に至りては七分五厘若くは其以上の急法を與ふることを得。

排水路の勾配は急なるを以て利とすることは他の水路と異なるなし。然れども多くは排出口との關係上水路として必要なる急勾配を與ふる能はず。之を實際に見るも、英國及

和蘭の低地の大きな排水本溝は大抵四萬分一乃至二萬分一の勾配を有す。故に通常惡水路には雜草の繁茂甚だしく爲めに其流量の三分の一を減ずるものありと云ふ。従ふて雜草の刈取は惡水路維持上の一要務なり。

#### (四) 排水小溝

直接耕地の排水を司どる排水小溝は多く其作用表面水を排除するに止まりて地下の水を排除するに適せず。地下の水を排除するには大なる深さを與へざるべからずして、深き溝渠を軟き土壤に設けんには法を緩にするの要あり。爲めに地積を損する大なるあり。故に地下水位を適度に沈降せしむる爲め深き明渠を設くるは經濟の許す所にあらず。且排水路の地下水排除に働く距離は限りあるを以て、明渠を以て、其目的を達せんには勢ひ近く明渠を配列せざるべ

明渠排水の目的

明渠相互間の距離

排水明渠の深さ

からず。明渠相互間の距離近きは耕地區劃を過小ならしむる所以にして、幾多の不利不便之に伴ふものとす。而して其距離は土質によりて異にして、十五尺乃至百二十五尺の間にあり。是故に明渠排水は地表水の排除を以て目的とし、地下水の排除は別に埋渠排水に依るを利益とす。

排水小溝は到底地下水排除の目的に用ひ難しと雖も、しかも通常灌漑小溝に比し深さを大にし、水路内の水位を低くするを要す。歐洲に於ける例を見るに、其深さは粘土に二尺乃至三尺にして、軟鬆土に一尺二寸乃至二尺とす。而して其底幅は凡そ八寸乃至一尺なり。

我國の排水路は一般に深さ淺きに失し、其斷面、灌漑溝の大きに過ぐるに反し、往々小に失する弊あり。宜しく排水量に應じたる斷面を與ふべきなり。

# 第六章 暗渠排水

## (一) 暗渠排水の種類

暗渠排水の三種組織

地下水位の沈降を計るに暗渠排水を行ふを可とするは前に述べたるが如し。此暗渠排水には左の三種組織あり。

一、エルキングトン組織(Elkington system)

二、デインストン組織(Deanston system)

三、深排水組織(Dep drainage system)

エルキングトン組織

エルキングトン組織は地下排水の最舊式にしてエルキングトン氏其發案たるを以て其名あり。此法の要は先づ主たる害源を發見し、其水を導くべき渠を設け、更に下方透水性に富める土層に迄縦渠を穿ち惡水を流下せしむるものなり。此法の一種今日和蘭に於て尙往々行はると雖も、一般に

は稀に見る處なり。

デインストン組織

デインストン組織は又簡易暗渠排水と稱し、スコットランドのデインストン市に起りたるを以て其名あり。石礫木竹等を以て平行暗渠を設くるものなり。

深排水組織

深排水組織は又完全排水組織排水新法、土管排水法と稱し、地下に深く土管を埋設し、惡水をして此内を流過せしめしむるものなり。此法は暗渠排水の最新式にして、紀元一千八百五十年の頃より多く用ひらる。

## (二) デインストン組織

元來の主

簡易暗渠排水組織の元來主義とせし處を列擧すれば、大略左の如し。

一、十尺乃至二十尺の近路離に暗渠を配列すること。

二、暗渠の深さは二尺五寸を越へざるものたること。

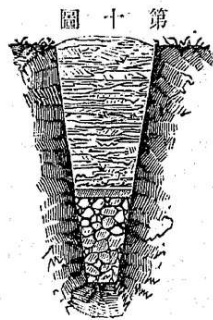
排水



今日の石礫木竹を以てする暗渠

石礫暗渠

三、一般に一定の距離に平行暗渠を設けること。  
 四、小暗渠の方向は土地の勾配に従ふて下り、大なる暗渠は主なる凹みに沿ふて設けること。  
 五、暗渠の構成には石礫木竹の類を用ゆること。  
 此組織の案出せられたる當時は上記の五項を以て其主義とせしものなれども、今日に於ては地下水排除に關する理論大に明かになりたるを以て、同じく石礫木竹の類を以てする暗渠排水組織も特に此主義に拘泥するなく、其埋設の深さを増し、距離を大にするあり。其詳細につきては更に後節に説くを以て茲には唯簡易暗渠構成の様式を示さんと欲す。  
 此種の暗渠中最も簡單なるものは石礫の暗渠にして、地を掘り開き、其溝底に八寸乃至一尺の厚さに石礫を積み、上に



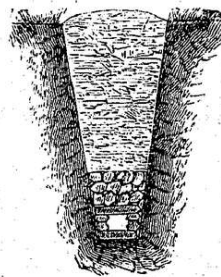
第十圖

芝土を倒に或は藁稈の類を敷き、土を蔽ふ第十圖の如くす。而して石礫は其大なるものを下に、小なるものを上に積むを可とす。若し扁平なる石材の得易き時は之を組み合せて中空を溝

底に作り、上に、

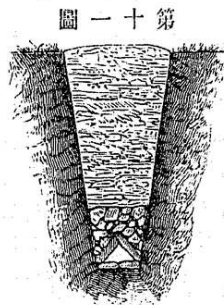
少許の礫を置くこと第十一圖及第十二圖の如く

第二十圖



するも可なり。

粗朶暗渠



第十一圖

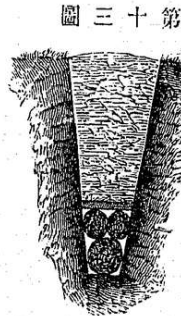
石礫の暗渠は土質堅固なる處に用ひ得可しと雖も、腐植質土の如く重き材料に堪へ難き時は粗朶暗渠を用ゆ。即ち粗朶束を第十三圖の如く溝底に横へ、又は第十四圖の如く

排水

木竹の暗渠

く溝底に又木を装置し、其上に粗朶を横へ羊齒、生松葉、芝土

等を以て之を蔽ふものなり。



圖三十第

ものあり。或は細き丸太數本を溝底に置き、其上に石礫を積

むものあり。竹を以てするものには徑

一寸位の竹を徑六七寸に束ね、之を溝

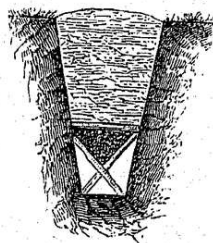
底に置き砂利を以て埋むるあり。或は

徑二寸位の竹を半分に割り、節を去り、

本の如く椶櫚繩を以て結束し、溝底に

横ふあり。此他地を異にするに従ふて種々の様式ありて一

圖四十第



々掲ぐるに堪へず。

此種の暗渠は次第に土砂が孔隙を閉塞するある故に遂に其効力を失ふに至る。而して其保存年限は凡そ十年乃至十五年とす。

### (三) 深排水組織

深排水組織は土管を以て暗渠を設くるものにして、其主義とする所は凡そ左の如し。

一、渠の深さは最小限を四尺とすること。

二、渠は一定の距離に平行に配列すること。

三、渠は通常三十尺以上五十尺の遠距離に配列すること。

四、總て土管を以て暗渠を設くること。

排水に用ゆる土管は素焼の圓筒にして大小種々あれども、普通用ひらるゝものは左の七種なり。但し内徑センチメー

土管排水の主義

保存年限

土管

排水

土管排水  
の組織

トル)

四、〇 五、〇 六、五 八、〇 一〇、〇 一三、〇 一六、〇  
其長さは徑によりて異なれども一尺六七寸を以て普通とす。土管が水を吸収するは専ら土管接續の間隙よりするものなり。

土管排水の組織は土地に應じて同じからずと雖も、一般に其標準たるべきものは三種の渠より成る。即ち高地若くは隣地より來る水を防止する承水渠又副渠、直接惡水を吸収する吸水渠及吸水渠の水を集めて流逸せしむる集水管となり。吸水管には通常内徑五センチメートル以下の土管を用ひ、集水管には六、五センチメートル以上の土管を用ひ、而して承水管は其排除すべき水量に應じて用ゆべき管徑を異にす。

土管排水  
の利益

植物生育  
に適する  
地下水位

暗渠の深  
さ

土管排水は他の暗渠に比して其効力完全に、其保存年限長きの利あり。且土管の價廉なる今日に於ては其設備の費返て石礫の類を以てするより小なるものなり。

(四) 暗渠の深さ及距離

地下水位の高きは作物の生育を害する所以なるを以て排水の目的は此地下水位を作物の生育に適良なる程度に沈降せしむるにあり。實驗の證する所によれば牧草地にありては地下水位地面下一米にして可なるも、普通耕地にては一、一五乃至一、二五米にあるを要す。此の如く地下水位を低くめる爲めに要する暗渠の深さは土質、雨量、暗渠相互間の距離等によりて異なりと雖も、土質により左の如き深さは略其目的を達するを得るものとす。

砂土

一、二米

排水

暗渠の距離

ビンセント氏の説

ザーツ氏の説

壤土 一、三  
粘土 一、四—一、六  
泥炭土 一、七

暗渠相互間の距離は如何之れ排水の成績に關係を有するものにして、遠きに過ぐれば費小にして足ると雖も、効力完からず。近きに失せは排水良なるを得べきも、徒らに工費を増すの損あり。而して其適當の距離は渠の深さ、土質、雨量等によりて異なり。ビンセント氏に従へば深さ一、二五米の時壤質土にては深さの十二倍、(一五—一六米)砂質にて十五倍(一八—一九米)を以て適當なりとし。ザーツ氏は同一條件の下に土質によりて當に與ふべき渠の深さを左の如く規定せり。

重粘土

一〇—一二米

我國の暗渠は一般に淺し

通常粘土及重き壤土 一二—一六  
砂質壤土 一六—二〇  
砂土 二〇—二四

蓋し此等の數は普通用ひて誤なき處なるべし。我國の從來行はるゝ暗渠排水法を見るに其深さ往々淺きに過ぐるものあり。爲めに距離一般に甚しく近きも耕地全面を十分に排水し得ず。宜しく上掲の規則に従ひ改良するを要す。

(五) 暗渠の排水面積

或る大さの暗渠が排水し得べき耕地面積を算出するは實地上の必要ありと雖も、土管排水以外にありては理論上之が算定を困難とする所なるを以て、茲に土管排水に關して説くあるのみ。

排水



土管内水の流速

此算定には先づ土管の流量を知らざるべからず。土管内の水の流速及流量はギスラー氏に従ひ左式によりて算算することを得べし。

$$V = 20 \sqrt{dH} = 20 \sqrt{\frac{dh}{1}} \\ Q = AV = \frac{d^2\pi}{4} \times 20 \sqrt{\frac{dh}{1}} = 5d^2 \sqrt{\frac{dh}{1}}$$

排水面積の計算法

而して此流速に關する式より一定の流速に對する土管埋設の勾配を知ることを得。土管内の水には泥土の沈澱を妨ぐるに足る流速を與へざるべからず。其流速は土管に於て最小〇、二二五米とす。是より土管に與ふべき最小勾配を算すれば五センチメートル以内の小管にて略千分の三となり六、五乃至八センチメートルの土管にて略千分の二、其以上の土管にて略千分の一となる。此最小勾配に對し土管の流過し得べき水量を求め、之を單

土管埋設の最小勾配

管列の長さの計算法

簡易なる暗渠に於ける例

位面積より排除を要する水量に比較せば、一定の徑を有する土管か其最小勾配に於て排水し得べき耕地面積を知るを得べし。

更に此面積を土管相互間の配列距離を以て除せば與ふべき一管列の長さの極度を算し得、從ふて土管配列の適當なる方法を見出すことを得べし。

土石竹木等を以てする暗渠にては明かに此等を算し得ずと雖も、勾配は常に可成的急に泥土の孔隙を閉塞するなからんことを勉むべし。我國にては普通千分の三乃至四の勾配を用ひ、相互間の距離は五間乃至拾間位とし、一渠の長さ六十間以内とす。

#### (六) 暗渠の配列法

暗渠の配列法如何は排水の良否に關係する大にして、若し

暗渠の方  
向

其當を得ずんば排水不十分なるか或は事業費大なるの損失あり。  
理論的に云へば暗渠敷設の方向に三あり即ち地面の傾斜方向に直角なるか、平行なるか、斜なるか、三者其一を撰ばざるべからず。傾斜方向に直角即ち土地の高低線に平行なる方向に渠を設けなば渠に勾配を與ふる難きのみならず、地下水の吸水作用兩側に於て平等に行はる能はず。傾斜方向に斜なる方向即ち高低線に斜角を以て交はる方向に設けなば、其程度同じからざるも前の場合と類似の不利を免れず。傾斜の方向即ち高低線に直角の場合に於て始めて渠に最大勾配を與へ得べく、渠の兩側に於て吸水作用平等に行はるゝを見る。されば暗渠配列の方向は土地の高低線に直角なるを以て原則とすべし。唯極めて平坦なる土地に於て

集水管の  
方向

渠の平行

圖 五 十 第

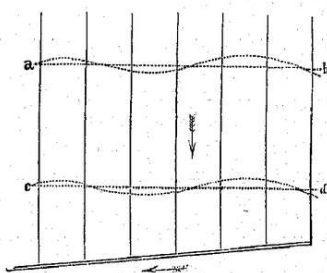
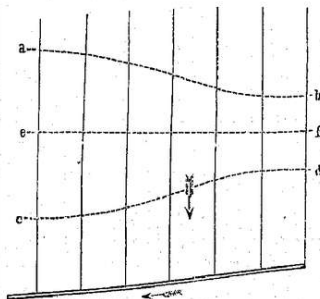


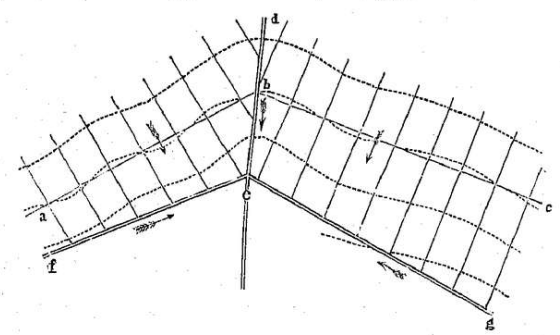
圖 六 十 第



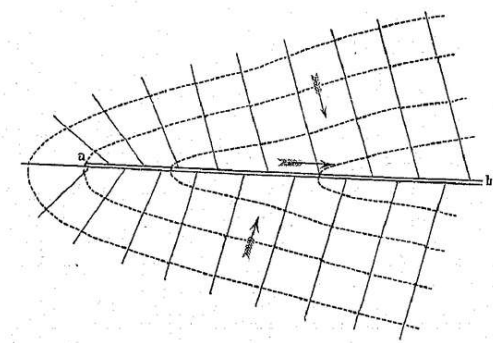
深く攻究するの價なきのみ。此事たる専ら吸水作用を司とる支渠につきて云ふ所にして、集水管は之と多く直角に交はるを以て返て土地の傾斜方向に直角に敷設せらるゝを常とす。

暗渠の吸水作用は耕地の全面平等に及ばざるべからず。而して其平等を求むるは吸水渠を一定の距離を以て平行に配列することによりて之を爲すを得べし。是故に特別の事情あるの外、吸水暗渠は常に土地の傾斜方向に且互に平行の位地に配

列せられざるべからず。



第七十圖



第八十圖

直なるものは高低線の平均位を現はすものなり。

茲に掲ぐる四圖は地形に應ずる暗渠配列法を示すものなり。圖中曲點線は土地の高低線にして、點線の

此外排水地區外より流入する水を防ぐ爲め承水暗渠を設けること必要なり。

### 第七章 沈泥法

排水法の一種に土地を高めて根本的に惡水停滯の害を除く法あることは既に之を説けり。人工を以て土壤を他より運搬し之を地面に積むは土地を高むるの一法なりと雖も、多くの場合に於て其費莫大なるのみならず、往々土地を瘠薄ならしむるの恐あり。多くの泥滓(浮游物)を荷ふ河水を灌漑し、其泥滓を沈澱せしむる時は土地を高むると同時に土質を改良するを得て、根本的排水法の最も便利なるものなり。是れ所謂沈泥法にして、佛語「コルマターヂ」(Colmatage)は此意を現はす爲め各國に用ひらるゝ所なり。

河水の土  
地を高む  
る力

一三六

河水の泥滓を荷ふことは洪水の際水の混濁することによりて明かなり。而して其泥滓が土地を高むるに大なる功あるは、前已に説きたるが如く河水は時に泥滓を荷ふこと水の二%以上に達する事實ありと云ふを以て知るを得べし。又外國に於ける實例を見るに、沈泥法によりて一年に土地を高むること二尺に達するもの少なからず。

沈泥法の  
例

沈泥法は古來佛、以、支那等に於て多く行はるゝ所なれども埃及は其最も著しきものなり。其法土地を百町乃至三百町に區劃し、周圍に堤を築き、水路の水を灌ぐものと排出するものとを設け、沈泥を終りたる水は排水路により直ちに流出せしむるものなり。水を灌ぐには區劃の三方より堤を越へて流入せしめ、可成全面平等に泥滓の沈澱を受けしむ。我國大河沿岸の低地は多く其地面河の平水位を去る遠か

我低地と  
沈泥法

らず。時には其以下に位するものあり。是を以て夏季河の増水頻繁なるの時、常に惡水は排除の途を得ずして、地上に甚だしく停滯するを常とす。而して河底は年々歳々土砂の沈澱によりて昇昂するも、耕地面は毫も高まるの機なく、河水と關係的に次第に其位地を低めつゝあるものなり。されば今日の如くにして放置せんか、我大河沿岸の耕地は惡水停滯の害愈加はりて遂に沼澤と化し去るに至るべし。之を救ふの途沈泥法を以て最適なりとす。

排水

一三七



## 器械的揚水

### 第一章 器械的揚水の必要

灌漑排水は共に重力の作用によるものと、器械力によるものとの二種に分つことを得。重力の作用によるものは、已に述べたる所なるを以て、茲に器械力による灌漑排水即ち器械的揚水につきて説く所あらんと欲す。

土地を灌漑せんとするに當り用ゆべき水地面より低くして、重力の作用により自然に水が地面上に達する能はざるか、或は排水の必要あるに當り其惡水を受くべき河海の水位高くして自然に水が流出し能はざるときは、器械力によりて水を汲み揚げ灌漑若くは排水するの必要あり。此の如きは絶對的に器械力の必要ある場合なれども、時に重力作

器械的揚  
水の必要  
なる場合

器械的揚  
水の必要  
なる場合

用により其目的を達し得べきも尙其用を利とすることあり。即ち經濟の點に於て重力灌漑若くは排水法を採るより器械力を用ゆるの優ることなきにあらざる。蓋し重力の作用によるものは往々水路、水門等の築造に大なる費を要するあるを以てなり。

我國の將來に於て灌漑水を得ば大に耕地を擴張し得るの望あり。且從來の耕地も爲めに生産力を倍加し得るもの少なからず。或は排水の途を得ば其利用大に増進するの土地亦稀なりとせず。而して今日既に重力の作用による灌漑揚水事業は比較的發達したるものあるを以て、將來器械的揚水事業は我農業に甚だ必要なるものなるべし。

我國に於  
ける器械  
的揚水事  
業

### 第二章 原動力

器械的揚水

原動力の  
種類

器械的揚水には揚水器械及之を動かす原動力を要す。今先づ原動力につきて略述し、後揚水器械に説き及ばんと欲す。器械的揚水事業に用ゆる原動力に動物力、風力、水力、熱氣機關、石油發動機、蒸氣力等あり。

(一) 動物力

動物力の  
利用

動物力は各種動力中最も不經濟なるものなりと雖も、揚水量小なる場合には往々利用さるゝ處なり。其力は種々の事情によりて異なりと雖も、掩軋軸によりて器械に與ふる時一日の勞働時間を八時間とし平均爲し得る仕事の量は凡そ左の如し。(單位「キログラムメートル」)

動物力の  
大きさ

一日

一秒

人

一七〇〇〇〇

六

牡牛

一〇〇〇〇〇〇

三四

馬

一一六〇〇〇〇

四〇

されば八時間の勞働時間を以てしても人の力は器械學上の一馬力の十二分一に及ぼす。牡牛は遙に二分の一馬力に下り馬は僅かに二分の一馬力に過ぐるあるのみ。

(二) 風力

風力利用  
の得失

風力は歐洲に於て古來多く器械的排水事業に利用せらるゝ處なり。されど其創業の費小ならず、維持の費比較的大にして、蒸氣力の利用進歩したる今日に於て最早經濟的の動力なる能はず。従ふて漸次其利用を減ずるに至れり。殊に其欠點とするところは力の不定なるにあり。故に灌漑の爲めにする揚水事業に風力を利用せんとする場合には大なる貯水池を設けざるべからず。我國の如き風力の變化殊に著しき國にありては其利用は甚だ困難とする處なり。

風力の計算法

風力は次の式によりて之を計算することを得。

$$P = K \cdot A \cdot V^3$$

但しPは風を受くる風車の面積にして、Vは風速、Kは係數にして普通〇、〇〇〇五とす。

(三) 水力

水力の利用法

水量豊かなる時は水力を利用すること便益なり。普通水車によりて起されたる力を揚水器械に傳ふ。米國にては水車を河川の中流に仕掛け、遠心力唧筒を動かすの例少なからずと云ふ。

水力の計算法

水力は其落下の高さと、毎秒の水量と、單位水量の重さとの相乗積によりて之を知ることを得。今 $h$ を落差とし、一秒の水量を $q$ とし、單位水量の重さを $w$ とする時は水力 $P$ は左の如し。

$$P = h w q$$

利用し得る水力の割合

然れども實際上式の如き力を利用することを得ず。即ち摩擦の爲めに其幾分を減殺さるゝものなり。其利用し得る割合は水車の種類及裝置方等によりて異なれども大略左の如し。

下射水車 四分の一乃至三分の一

胸射水車 二分の一

上射水車 三分の二乃至四分の三

臥輪水車 四分の三乃至八分の七

(四) 熱氣ポンプ機關

熱氣「ポンプ」機關の性質

空氣の熱を受けて膨脹する力を利用し、揚水の用に供するもの之れ熱氣ポンプ機關なり。其發動力比較的小なるを以て大量の水を揚ぐるに適せずと雖も、燃料を要する少なき

器械的揚水



熱氣「ボ  
ンブ」機  
關の揚水  
器

石油發動  
機の性質

を以て、其不充分なる地に於て用ゆるに利あり。殊に器械の形小に、裝置容易に、使用法最も簡便なるは其特長とする處なり。

此種の機關は唧筒と發動機を結合したるものにして、一たび運轉を始めなば燃料の供給の外何等の注意をも要せず、唯其缺點とする處は灌漑の用に供すべき大形のものにしては器械の價不廉なるにあり。

揚水量は一秒僅かに數立方尺より二千立方尺に至り、揚水の高數尺より五百尺に至るあり。

#### (五) 石油發動機

石油發動機は石油を氣體に變じ、空氣を混合せしめ、同時に爆裂膨脹力を起さしむるものなり。此機も前者と同しく比較的少量の水を揚ぐるに適し、形の小、裝置費の廉使用の便

蒸氣力利  
用せらる  
、所以

は其特長とする處なり。普通は發動機のみ獨立し、唧筒と結合したるものにあらず。此機は米國に於て多く灌漑用に供せらるゝ所にして、前者と比しては大なる力を起すことを得、即ち其最大形のものには能く五十馬力に達するあり。

#### (六) 蒸氣力

農業揚水に於ける蒸氣力の利用は近年大に、其歩を進め、爲めに不用の地を耕地に化せしの例少なからず。蓋し灌漑排水の目的を以てする揚水量は多くは其量大にして、従ふて要する處の力又大なり。而して蒸氣機關は其形に大小種々ありて能く其目的に應ずることを得、殊に燃料の供給豊かなるの地にありては其利用甚だ便なり。我國今日の唧筒揚水は主として蒸氣力によるものにして、彼の有名なる和蘭



の排水事業も漸く風車を廢して蒸氣力を利用するもの多きを致せりと云ふ。此等の事實は農業揚水に於ける蒸氣力の効果大なるを證するに足るものなり。

(七) 原働力の計算

揚程  
所要原働  
力の計算  
法

揚水事業を起すに當りては幾何の原働力を要するやを算すること必要なり。而して其要すべき働力の大きさは單位時間に揚水を必要とする量及其揚ぐべき高さによりて定まるものなり。此揚ぐべき高さは之を揚程と稱す。  
今一秒の揚水量をQ(立方米)とし、揚程をh(米)とするときは要する器械力(馬力)にて現はすNは左の如し。

$$N = \frac{Q \times 1000}{75} h$$

若し一分に對する揚水量Qを立方呎にて現はし、揚程をh呎なりとする時は馬力數の計算は左式の如くするを得。

實際に必  
要なる馬  
力算定式

$$N = \frac{Q \times 62.5 \times h}{33000}$$

此計算によりて得たる馬力數は所謂理論的なるものにして、實際に於ては此馬力を以て所要の揚水を爲す能はず。必ず揚水器械の摩擦によりて揚水量を減するものなり。此與へられたる力と依りて以て成し遂げらる仕事の量との比を効率と稱す。此効率は器械の種類揚程等によりて異なるものなり。今効率を以て一を除したるものをmとする時は實際要する器械馬力數を算出する式は左の如し。

$$\text{無法} \quad N = \frac{mQ1000h}{75}$$

$$\text{英法} \quad N = \frac{mQ62.5h}{33000}$$

第三章 揚水器械

農業的揚水に用ゆる器械の種類甚だ多く、彼の振釣瓶の如

き簡單なるものより蒸氣ポンプの如き複雑なるものに至る種々あり。其何れを用ゆるを利とするやは揚水量揚程等によりて異なるものなり。今次に主たる揚水器械につきて略説をなさん。

(一) 最簡單なる揚水器械

揚水器械の最も簡單なるものを撥釣瓶、振釣瓶の類となす。撥釣瓶は井水を汲み上ぐるに用ゆるものにして、我畑作の灌漑は多く之に依る。振釣瓶は一に取桶と稱し、一個の水桶に四本の繩を附し二人にて河若くは湖より水を汲み上ぐるものなり。印度、埃及等には此等に類する揚水器械少なからず。

此等動物力を利用する揚水器械は一日僅かに數反の灌漑をなし得るに過ぎずして、經濟上最も不利益なるものなり。

撥釣瓶及  
振釣瓶

(二) 踏車

水車の揚  
程

水車の揚  
水量

水車を用  
ゆべき場  
合

踏車は又水車と稱し、我國に於て各地小量の揚水に用ゆるところなり。其揚程は通常一尺二三寸を限りとし、普通七八寸を適度とす。此揚程は効率に著しく影響するものにして、揚程の増加と共に効率の減少急なり。構造の最良なるものにありては一人は能く五寸の高さに一時間四百五十石を揚ぐるを得るも、構造不良なるものにあては二百五十石に過ぎざるを常とす。若し二人掛けにては一時間能く七百石に及ぶ揚水をなすことを得。水車は其用甚だ簡單にして價廉なるを以て、時々小量の水を揚ぐるに便なりと雖も、水量に比して大なる勞費を要するを以て、大量の水を常に揚ぐるを必要とする灌漑排水事業に用ゆべからず。

器械的揚水

## 鐵製の水車

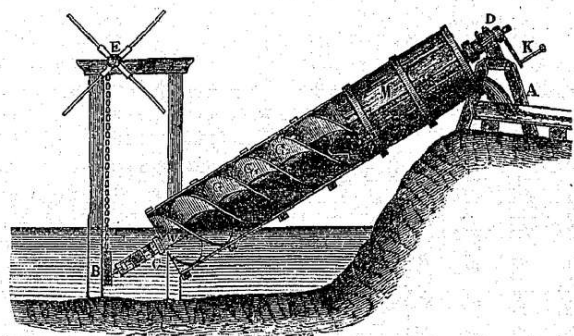
水流の力によりて水車を廻轉せしめ、車輪の縁に附著せる數多の竹筒若くは木箱によりて水を汲揚げ灌漑の用に供するもの往々我國に於て見る處なり。西班牙にては之を「ノリア」(Norria)と稱す。其大なるものは車輪の徑十米に達するものあり。原動力を水に取るを以て利なりと雖も、揚水量小にして小區域の灌漑をなし得るに過ぎず。未だ有益の揚水器と稱すべからず。

水車の一種に鐵製にして大形のものあり。風力若くは汽力によりて運轉す。歐洲に於て從來多く排水事業に應用せられたるところなり。揚程六尺以内の揚水には比較的効率高しと雖も、其裝置の費大にして遠心力唧筒の發見以來之を用ゆるもの漸次減じたるを以て見れば、今日に於て甚だ貴むべきものにあらざるを知るべし。

## 螺旋揚水器の構造

## 螺旋揚水器の用法

第十圖



(三) 螺旋揚水器 (Screw pump)

螺旋揚水器は我九州地方に於て時に其使用を見るものにして、螺旋の理を應用したるものなり。其構造は一個の軸に螺旋瓣を裝置したるものにして、無蓋なると有蓋なるとあり。第十九圖は其有蓋なるものを示したるものにして、Wは軸G、等は螺旋瓣にして、Kは軸を廻轉せしむる柄なり。またE及Bは其水中に挿入する深さを加減するの裝置なり。若し軸に依りて急速に廻轉運動を起せば



水は瓣に沿ふて漸次上部に轉移し遂に頂部より流出する圖の如し。

無蓋なるものは揚程十尺以上に用ゆべからず。其裝置の斜度は水平線と三十度以内の角をなすべし。有蓋なるものは揚程十五尺迄に用ひ、斜度も四十五度に至ることを得。

之を動かすには其構造の大小によりて動物力若くは蒸氣力を用ひ、其最大なるものに至りては一分間能く二十五立方米の水を揚ぐるあり。

#### (四) 自働揚水器 (Water ram)

自働揚水器は少許の落差を有する大量の水が少量の水を大なる高さに壓出するものなり。其構造は一方に給水管ありて氣室及排水瓣に連なり、氣室より更に揚水管を出すものにして、給水管より入る水の壓力と氣室に於ける空氣の

自働揚水器構造

揚水量

落差の限界効率

「遠心力ポンプ」の農用に適する所

壓力との闘争によりて水を揚水管に送るものなり。少量の水(十リートル)以内を揚ぐるに適し、何等管理の費を要せざるの利あり。最適の落差は八尺乃至十尺とし用ひ得べき落差の最小最大の兩限界を二尺及十八尺とす。此器の働きに關する一般規則は給水量の七分の一を落差の五倍の高さに揚ぐるにあり、即ち効率は略七〇%に當る。然れども落差に對し揚程加はるゝに従ふて効率急に減ずるを常とす。

#### (五) 「ポンプ」

「ポンプ」の内現今農業的揚水に利用せらゝは専ら遠心力ポンプ (Centrifugal pump) なりとす。蓋し其性最も農業的揚水に適したるものにして、揚程甚だ大ならず、揚水量大なる場合には其効率及費用に於て總ての他の揚水器械に優るある

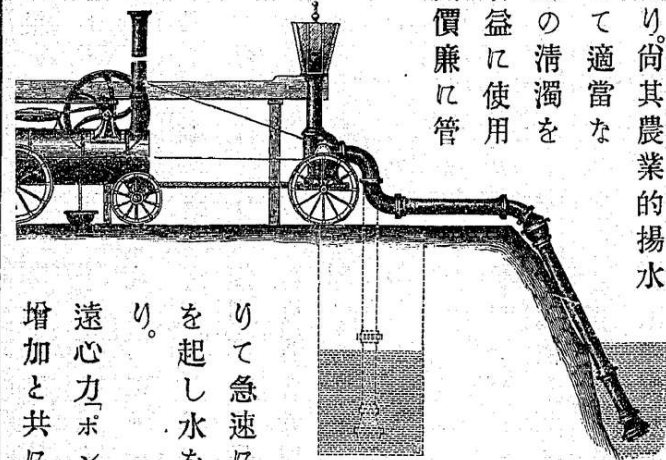
器械的揚水



大揚程の最

効率

を以てなり。尙其農業的揚水  
器械として適當な  
る點は水の清濁を  
論ぜず有益に使用  
せられ其價廉に管  
理容  
易な  
るに  
あり。  
第二  
十圖は運  
搬し得べ  
き遠心力



唧筒を示すものに  
して下方水中に入  
れるは吸水管にし  
て上方に直立する  
は揚管なり。此兩管  
を繋ぐ膨大なる部  
分は内に翼車を有  
し、此翼車は軸によ  
りて急速に廻轉し、茲に遠心力  
を起し水を上方に送るものなり。  
遠心力ポンプの効率は揚程の  
増加と共に減じ、二十五乃至三

十尺を越ゆれば其効率普通ポンプに若かざるに至る。故に  
其以上の揚程に用ゆるに不利なり。其最大効率は六五乃至  
七〇%にして大形は小形のものに比し其効率常に大なり。  
例へば揚水管徑二吋のものは三八%、三吋のものは四五%、  
六吋のものは六五%の効率を與へ得るが如し。故に此ポン  
プは可成大規模の揚水事業に用ゆるを利とす。

## 道路

### 第一章 農道

農道の必要

道路とは交通運搬の便に資せんが爲めの通路なり。農舎と耕地との間には常に人畜の交通、肥料、收穫物等の運搬あり。而して此交通運搬は道路に依らざるべからず。故に農道の性質及配置法は農業の經營に至大の關係を有するものなり。従ふて農舎と耕地との間には適當の道路なかるべからず。

道路の一般規則

我國の農道

一般規則として道路は最小の時間、勞力及費用を以て交通運搬をなし得るものたるを要す。我國の農道は果して此の如き性質を有するや。幅は狹小に過ぎ、方向は屈曲甚だしく、加ふるに配置不充分なるあり。交通運搬上の不利大なるあり。

農道の特性

知るべきのみ。

然れども農道は農舎と耕地とを連結し、單に農業の目的に使用せらるゝ私道なり。一般の大公道と其利害の關係を異にするものなきにあらず。單に交通運搬の便のみを計りて其幅員を大にし、其數を多くせば爲めに農業上有用の地を減ずるの恐れあり。傾斜を除かんが爲めに土功費を大にし或は延長を増すが如き亦必ずしも採るべきのことにあらず。其他路面の如き又公道と同じく堅固にするの必要あるにあらず。故に農道は單に交通運搬の便を以て其目的とすべきにあらずして、農業の經營に最有益のものたらざるべからず。

農法と農道

農業の經營に最有益なる道路の性質及配置は農法を異にするに従ふて同じき能はず。例へば交通運搬の事一に人に

我農道改  
築の要

限らるゝ場合には道路の幅大に、配置充分なるを要せず、勾配路面の状態の如き又深く問ふ所にあらずと雖も、既に家畜の交通を必要とし、車輛の頻繁に通過するあるに至りては幅を増し、敷を多くし、勾配を緩にし、路面を平滑にするの利を見るものなり。されば農道の築造に當りては其地方的状態を考察せざるべからず。

茲に説く所は我國農道の近き將來に於て當に具有すべき性狀なり。我農業は今や勞銀騰貴の勢に迫られて交通運輸の便を貴ぶに至れり。即ち我農道は改築の必要を感じつゝあるものなり。

## 第二章 道路の方向

眞直の方  
向

道路は眞直の方向を取るを以て原則とす。方向眞直なれば

曲線の必  
要

距離小に、最小の時間と勞力を以て交通運輸をなすを得べく、且耕地を増し、築造費維持費共に小なるの利あり。

然れども勾配の急なるは交通運輸に不便なるを以て、道路は可成水平なるを要す。方向の眞直と水平とは往々兩立し難きものにして時に眞直を捨てゝ、曲線水平の方向を取らざるべからざることあり。例へば高低多き地に眞直道路を通するには急勾配を用ゆるか若くは切取盛土の爲めに莫大の費を要す。然る時は寧ろ迂曲平坦の道路を設くるを利とす。

農道の方  
向

其果して眞直を捨つべきや、曲線を撰ぶべきやは實際問題に屬すと雖も、農道の如き交通運輸共に甚だしからず。荷重大ならざる車輛を通ずるものは多く勾配比較的急なるも、眞直にして距離近きを貴ぶ。殊に農道の小なるものに至り



て然りとなす。

### 第三章 道路の勾配

道路勾配  
の不利

前章に述べたるが如く、道路面の傾斜は交通運搬に不便なるを以て道路は事情の許す限り水平なるを可とす。然れども車輛を通せざる小道若くは輕荷を貢ふ車輛のみを通ずる道路にして、其路面の水平を求むる爲め他に大なる損失を生ずる時は強て水平を求むるの不利なる、亦已に説けるが如し。

勾配の抵抗と路面

車輛が坂路を昇る時重力によりて受くる抵抗は道路の勾配に正比例するものなるを以て見れば、坂路が運搬上に一大支障を與ふるものたるや明なり。然れども坂路に車を曳上ぐる際受くる實際の抵抗は路面の性質によりて變ずる

農道に急  
勾配を與  
へ得べき  
の理

最大勾配  
制限の要

ものなり。蓋し重力の車を曳下げんとする力に反對する摩擦の抵抗は路面の粗を加ふるに従ふて増加するものなればなり。されば平滑なる面を有する道路にては勾配は著しく推輓力を大にするものなれども、粗面を有する道路にては平滑なるもの、如く推輓力に大なる損失を與ふるものにあらず。農道の如きは市街道路と異にして常に粗面を有すべきものなるを以て、比較的急勾配を與ふるを得べきものなり。

路面如何に粗なりと雖も、勾配は多少推輓力を大にし交通運搬上に障害を與ふるものなるを以て、可成水平に近き道路を設くべし。されど常に水平道を設くるが如きは實際上事情の許さざるものなきにあらず。故に道路に許すべき最大勾配なるものを定め、其制限以内に於て勾配を附すべ



## 最大勾配

きものとす。

道路の最大勾配は機械學上の止動角に等しくするを以て安全なりとす。故に路面の性状によりて異なり。我國道は三十分の一、縣道は二十五分の一を以て其勾配の極限と規定す。農道は其表面状態一層不良なるを常とするものなれば、凡そ二十分の一を以て其最大勾配となすべきなり。但し之れ車輛を通すべき農道につきて云ふ所、然らざる小道にては必ずしも其以上の勾配を與ふべからずと云ふにあらず。道路の勾配には其最大限あると同時に又最小限なるものあり。道路面眞水平を保てば雨水の排除困難にして道路の破損多し。故に道路には、排水の爲めに或制限を越へて小なる勾配を用ゆべからざるなり。此最小勾配は普通百二十五分の一なりとす。

## 最小勾配

## 農道勾配の制限

要するに農道に於ては車輛の通過を安全ならしめんが爲めには最大勾配を二十分の一とし、排水の便を得んが爲めには最小勾配を百二十五分の一となすべし。

## 第四章 道路の横断面

## 道路断面の中心

凡て道路は排水を良くし其破損を防がざるべからず。此排水を良ならしむるには其断面形状に注意すべきなり。天然の水平線より一段高く道底を置くは其排水を便にし破損を防ぐ最要手段なりと雖も、道路の中心を兩側より高くし、雨水をして速かに兩側に流過せしむるは又其一法なり。此中心の高さは路面の粗なるに従ふて大なるを要するものにして、土道にては幅の四十分一、砂利道にては五十分の一、兩側より高くするを法とす。

横断面の形状は何を以て可とするや、諸説紛々として定まらず。古來圓弧は稱用せられたる形にして、近來は或は橢圓を用ひ、或は二直線を中央にて圓弧を以て結付けたるものを用ゆるの利を説くありと雖も、農道の如き小なるものにては此等につきて深く注意するの要を見ず。唯適宜に中凸なる断面を用ゆべきことを考ふべきのみ。但し我國縣道にては橢圓形を用ゆるの規定あり。

## 第五章 道路の表面

道路の表面は常に平滑堅硬なるを良とす。若し車輛を通ぜざる道路にありては其表面状態如何は深く注意するに足らずと雖も、路面の凸凹不齊なる、路床の力足らざるは車輛の運轉に障害を與ふる著しきものあり。

路面に凸凹あり、若くは瓦石路面上に散在する如き場合には車輛が之を乗越ゆる爲めに推輓力を要するのみならず、多大の壓力を路面に加へ、其破壊の源をなし、其荷重落下の際は更に路面に衝突し、之を破損し、兼ねて推輓力を減殺す。故に路面は一般に此の如き障害なきを貴ぶ。

路床の力足らずして車輛路面に穿入する時は甚だしき抵抗を受く。之を穿入の抵抗と云ふ。此抵抗は雨後軟かき道路に車輛を通ずるによりて明かに知ることを得るものにして、穿入の深さに反比例するものなり。而して其穿入の深さは路床の軟きに從ふて大なり。故に路床は常に堅硬なるを利とす。

車輪は更に路面との觸接によりて摩擦の抵抗を受く。此摩擦に因る抵抗は路面の粗なるものに於て大なる言を待た

道路の種  
類と推挽  
抵抗

ざるなり。

此くの如く車輛の推挽力は衝突、穿入、摩擦によりて抵抗を受く。而して此三者は路面を構成するの材料により大に異なるものなり。今其抵抗の一二例を左に示す。

荷重の分數を以て現はしたる抵抗

砂道

十二分の一

砂利道

三十分の一乃至二十五分の一

土道

二十五分の一乃至十分の一

鐵道

二百五十分の一乃至二百分の一

農道の表  
面

されば道路表面は各種の抵抗を最小ならしむる爲め平滑堅硬なること必要なり。然れども農道は築造の費、普通公道の如く大ならしむる能はざるを以て、多くは其抵抗の大なるを顧みる能はず。即ち土道は農道の主たる構造なり。車輛

必要の度  
と道路の  
幅

幅を大に  
失するの損

を多く通ずる重要な農道にても砂利の上敷を用ゆるに過ぎず。砂利を敷く厚さは中央にて三寸以上、兩端に於て二寸以上となすべし。土道を用ゆるも砂利道を用ゆるも可成能く推固め、推挽抵抗を小ならしむることを勉むべし。

## 第六章 道路の幅

道路の幅は其必要の度によりて異にせざるべからず。交通頻繁なる市街道路に比せば農道は其幅小にして足る勿論なり。又農道中にてても其必要の度に應じて幾多階級なかるべからず。

一般に云へば道路の幅は常に廣きを可とす。然れども徒らに大なる幅を與ふるは有用の地積を減じ、築造費を大にするの損あり。殊に農道に於ては交通運搬に大なる障害なき



日本農道  
の階級

限り其幅を小にし、以て耕地面積の減殺を制せざるべからず。農道の幅は之を如何にすべきや。之れ地方の農業状態によりて決すべき問題にして一般の通則を示すこと困難なり。

されど今我國農業の將來を考察して農道に必要とする幅を定むれば左の如し。

一等農道 二輛の農用車同時に通過し得るもの、幅凡そ八尺乃至九尺。

二等農道 一輛の農用車及荷を擔ふの一人同時に通過し得るものにして幅凡そ六尺乃至七尺。

三等農道 一輛の農用車通過し得るもの、幅凡そ五尺。

四等農道 荷を擔ふたる一人通過し得るもの、幅三尺以内。

車軸と農  
道の幅

此四階級の農道は何れの場合にも適合することを得。唯地方的状態、地勢、耕地區域の大小等によりて其何れを用ゆべきかを決すべきのみ。又地方慣用の車輛の大さによりて各種道路實際の幅を定むべし。上に示す所は大體の標準に過ぎざるなり。

要するに農道の幅は必要の度に應じて上の四階級を用ひ、車輛の幅によりて實際に之を定め、嚴に其過大を避くべし。然らざれば徒らに耕地面積を失ふの損あり。

## 第七章 道路の配置

農道の配置當を失へば徒らに地積を損じ、或は交通運輸の便を缺くの恐れあり。故に其配置法は深く留意すべきところなり。

今農道配置に關する一般規則を擧ぐれば左の如し。

一、農道は常に高き位地に置くべし。然らざれば排水不良なるの損あり。

二、農道は常に水路に沿はしむべし。然る時は堤塘を兼ねるを得て地積經濟上の利あり。

三、農道は常に最短距離を以て農村と耕地とを結合すべし。然らざれば其延長を増し、兼ねて交通運搬上の不利あり。

四、農道は直線を以て走り、正しく相交又するを可とす。但し我國の如き一人の耕地各處に散在する場合に於て殊に其利を見る。

五、主たる農道は農村より耕地に向ふて多く平行に走り、此平行道路と直角に走るものは多く小道にして足り、

其數亦少なきも差支なし。

六、歩道は必ず耕地各區劃の最短なる一邊に沿はしむるを原則とすべし。

七、耕地内何れよりするも一町以内にて車道に達するを得る様車道を排列すべし。換言せば二町以内の間隔を取りて車道を設くべし。

八、小車道は更に一町以内にして大なる車道に達せしむべし。

此等は普通の場合に於ける配置法の大體のみ。其實際に至りては各種の事情によりて斟酌すべきや固より論なし。然れども道路の配置には常に數を少なくして交通運搬上の利を十分に收め得ることに注意すべし。蓋し道路の面積は交通運搬に差支なき限り可成之を縮小して、耕地として利

用し得べき面積を増加すべきものなればなり。不用の數過大の幅を與へて耕地を縮小するは策の得たるものにあらず。

## 耕地整理

### 第一章 耕地整理の性質

耕地成立の要素

耕地整理の意義

耕地は單に耕作すべき土地のみを以て成立し得べきものにあらず。畠地には之に通ずるの道路を要し、田地には更に水路畦畔の之に伴ふなかるべからず。此等が皆適當なる状態と適當なる排列とを有して完全の耕地成り、農業の經營最有益なるを得るなり。

從來の耕地は區劃多くは狹小にして、形狀不正、加ふるに道路の配置宜しきを得ず、農業經營上の不利大なり。此の如き不利益なる耕地状態を改良して農業經營上最有益の状态となす、是れ所謂耕地整理なり。更に明かに云へば耕地整理とは耕地の利用を増進するの目的を以て土地の交換若く



耕地整理  
と他の農  
業

は分合、區劃、形狀の變更及道路、畦畔若くは溝渠の變更廢置を行ふを謂ふものなり。

耕地整理の意義及其事業此の如しとせば耕地整理は他の農業土木の應用に過ぎざるものにして、讀者若し已に學びし所の事項を十分に會得せるあらば耕地整理のこと自ら明かなるものあるべし。されば茲には耕地の區劃にのみつきて説き、道路、水路等と耕地區劃との適當なる結合方法の例を示すに止めんと欲す。

## 第二章 耕地整理の利益

耕地整理  
の必要

近年勞力の賃銀頓に騰貴し、極めて勞力的集約なる我農業に一大革變を與へんとするあり。我農業は將來勞力の節約を企圖せざれば其利を見ることが困難なり。翻て我耕地の狀

耕地整理  
の利益

態を見るに、區劃は甚だ狹小にして、平均水田は六畝二歩に當り、畑地は僅かに五畝二十一步に過ぎず。加ふるに形狀不正にして、道路、畦畔、水路等は迂曲し、一人の耕作地處々に散在するありて、耕作上の不利、交通運搬の不便大なり。此の如き狀態にある耕地に於て勞力の節約を求めんと欲するは實に難事と云ふべし。而して勞力の節約にして爲し得べからずんば我農業の經營は利を見る能はず。されば耕地整理は今日已に其必要に迫られたる我農法の革變に處する最要手段なりと云ふべし。

更に耕地整理の主たる利益を列擧すれば左の如し。

- 一、區劃廣濶且正形となるの結果、牛馬耕は勿論各種精良の農具を利用するを得て、大に耕作の勞費を省くを得ること。

- 二、道路の改良により交通運搬の便を得ること。
  - 三、適宜に土地を分合するの結果耕地散在の舊弊を矯め勞力經濟上の利を得ること。
  - 四、區劃の擴大、道路水路の改良により耕地の面積を増加し得ること。
  - 五、灌溉排水の便を得ること。
  - 六、水田にありては多く冬作をなし得るに至ること。
  - 七、作物の收量を増加するを得ること。
  - 八、作物の品質を改善するを得ること。
  - 九、畦畔、道路、水路等の維持費を減ずるを得ること。
- 我耕地は其整理を迫られ、而して其結果は此の如き數多の利益あり、耕地整理の各地盛に行はれんとする宜なりと云ふべし。

### 第三章 耕地の區劃

區劃は耕地整理の基礎なり

區劃形狀の論據

地積經濟狀と區劃形狀

耕地の整理をなすには先づ其區劃の形狀及大さにつきて考察せざるべからず。區劃の形狀及大さは耕耘の便否、地積の經濟に關係する大なるものにして、其決定は耕地整理事業の基礎をなすものなり。

#### (一) 區劃の形狀

耕地の區劃は如何なる形狀を以て最も可とするや。之を決するに二個の論據あり。即ち一は潰地の大小にして、一は耕耘の便否なり。

地積經濟上より耕地の形狀を考察するに、耕地區劃が單に四周同幅の道路若くは畦畔の類によりて圍まるゝものとせば、耕地區劃の形狀として用ひ得べきものゝ内、正方形は

| 水田に有<br>益なる形<br>状                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 畑地に有<br>益なる形<br>状 | 勞力經濟<br>と區劃形<br>状 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| <p>其最有益なる形狀にして、長方形之に次ぐ。然れども水田にありては一邊に於て道路及水路に沿ふの必要あるを以て長方形は寧ろ正方形に優るものあり。而して長方形の長邊が短邊の三倍乃至四倍なるを以て最も地積經濟上有益の形なりとす。畑にありては一側に道路を受くるのみなるを以て比較的長方形に近きを利とし、長方形の長邊が短邊の二倍以内なるを可とす。</p> <p>勞力經濟上より觀れば長方形は正方形に比して利益多し。殊に牛馬耕をなす場合に於て然りとす。</p> <p>是故に耕地區劃は常に長方形となし、水田にありては長邊と短邊の三倍乃至四倍とし、畑にては比較的幅廣き長方形を用ゆべし。</p> |                   |                   |

(二) 區劃の面積

| 區劃の大<br>小と利益                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 區劃大小<br>の利害 | 耕地區劃<br>の標準面<br>積 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|
| <p>一區劃の面積は狹小に過ぐ可からずと雖も、然かも廣大なるものは幾多の不利、不便之に伴ふあり。其大さを幾何にすべきやは耕地整理の重要問題なりと雖も、之を説くの極めて困難なるものあり。蓋し區劃の大きさは利害の關係する處大なるあればなり。</p> <p>區劃大なるに従ふて畦畔、道路、水路等に要する地積小にして地積經濟上の利あり。耕作の便否より云ふも、一般に廣きに利ありて狹きに損あり。之に反して灌溉排水の便より云へば多く狹小なるを良とす。其他耕地區劃の過大は管理上の不便少なからず。勾配急なる地に於て水田に大なる區劃を設くるは地均しの費を大にするの損あり。此等幾多の方面より觀察したるの結果、我國耕地區劃の標準面積は二反乃至三反と定むるを得たり。但し地勢を異にするにより、地</p> |             |                   |



方的事情同じからざるにより、農法如何により、其適當なる區劃面積を異にするや論なし。

#### 第四章 區劃の方位

正方位説

從來區劃は常に東西南北の正方位を取り、長方形の長邊を南北に向はしむるを以て規則となせり。其利とする處を考ふるに、畦は長邊に沿ふて立つるを便とするが故に、此の如き區劃にては畦は常に南北の方向に走り最大の收穫を與ふと云ふにあり。

正方位説  
の誤

然れども其利益の程度を考ふるに甚だ僅少なるものにして、試験の成績に徴するに、南北の畦を最も光線享受の不等なる東西の畦に比較するも、全年平均に於て僅かに一％に過ぎざる增收あるのみ。若し夫れ東西線若くは南北線に或

區劃方位  
に關する  
原則

角度を保つ畦にありては正南北畦に比し其減收の度殆ど注意するに足らざるものあらん。而して一方に於て常に南北に長邊を向はしむる時は大なる不利之に伴ふことあり。例へば地勢によりては爲めに水路、道路の延長を増し、或は其等の適當なる配置を得る能はず、或は東北の方向に傾斜するの土地の如きは爲めに地均し費を數倍することあり。此の如き大なる損失を顧みずして、收穫に於ける小利を收めん爲めに區劃を常に東西南北の正方位に向はしめ、其長邊を南北とに取らざるべからずとなすは非なり。

されは區劃の方位は地勢によりて定むべきものにして、傾斜の方向に短邊を置き、同高線に平行の位地に長邊を向はしむるを以て原則とすべし。正方位説の如きは土地極めて平坦、水利の便道路の配置何れよりするも差支なき時に限

り採用し得べきものにして、原則として採用すべきものにあらざるなり。

## 第五章 耕地整理の法式

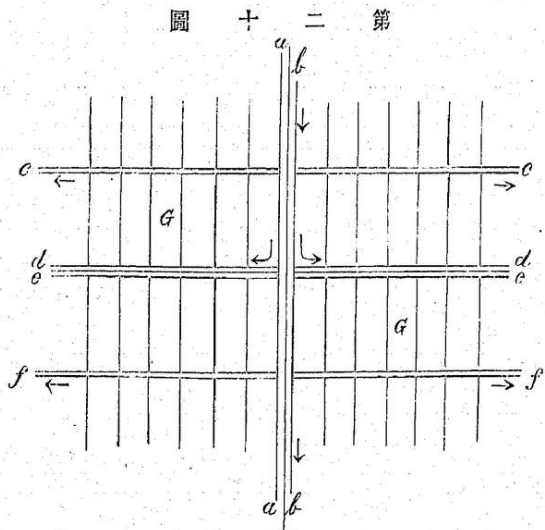
既に耕地區劃を如何にすべきやを知らば、區劃と道路及水路との結合法即ち耕地整理の法式は自ら理解するを得べしと雖も、今茲に其大要を述べん。

大なる道路は耕地の中央を貫通して農村に入り、之れより分岐又分岐したる最小道路は區劃の短邊に沿ふて走り、一個の最小道路は其兩側に於ける二列の區劃を支配するを得せしむ。即ち區劃の長邊の二倍の長さを隔て、最小道路の平行に走るあるなり。水路は最小道路と同じく區劃の短邊に沿ひ、用惡水路は一區劃の長邊を挟みて平行せしむ。即

耕地整理  
法式の大  
要

道路の區  
劃

耕地整理



第二十圖

ち用惡水路は各區劃長邊の二倍の距離に排列せられ、兩側

二列の區劃を支配すること道路と同じ。且用水路は常に道路に沿ふて走るを規則とす。此の如くする時は道路及水路の要する面積を減じ、各區劃は皆直接道路に接し、水路より直接用水を得又惡水を直接に水路に排出するを得。

第二十一圖は排列の一部を示するものにして、 $a$   $a$ は稍大なる道路にして、 $b$   $b$ な

る用水路之に沿ひ、之より分岐したる小道 $e$ は區劃間を走り、 $d$ は小用水路にして、 $e$ 及 $f$ は惡水路なり。而して區劃の排列は $G$   $G$ を以て示すが如し。

## 農業土木編終

### 問題

#### 緒言

- (一)農用工學とは如何。(二)農業土木學と土地改良論とは如何なる差ありや。
- (三)農業器械學とは如何。

#### 總論

#### 第一章

- (一)地上に降りたる雨は如何に成行くや。(二)雨の分配は蒸發量流去量及滲透量に如何の關係ありや。(三)覆蓋物の性質は如何。(四)蒸發流去及滲透の普通割合を問ふ。(五)池及水路の吸水量とは何ぞや。(六)新しき池及水路に於て吸水量大なるは何故なりや。(七)普通水路の吸水量如何。

#### 第二章

- (一)河の流量とは如何。(二)河の流量に關係を有する他の作因(本書記載以外の)を問ふ。(三)流量と水位との關係如何。(四)河の勾配とは如何。(五)勾配急



なる川は用水源として不適なる所以を問ふ。(六)河水中の固形物量は凡そ幾何なるや。(七)河の運搬力が上流より下流に至るに従つて減ずる事實を河底を構成する材料によりて示せ。(八)河水が肥培力を有するは何故なりや。

### 第三章

(一)傾斜強き水路に於て流急なるは何故なりや。(二)水路の勾配は如何に現はすものなりや。(三)水の水路面に於ける摩擦を小ならしめんには如何にすべきや。(四)流動半徑とは如何。(五)表面流速と平均流速との比は如何。(六)底幅五尺深三尺兩側は水平線と四十五度の角度をなし一分勾配(一間に付一分を有する水路あり平均流速をダルシー氏の公式によりて求めよ。(七)流動半徑一なる善良の水路に於て平均流速三呎を得るに要する勾配をクッター氏の公式より求めよ。(八)水路の流量は如何にして求め得べきか。(九)表面速を測定する方法を問ふ。(十)水流の断面は如何にして求むべきか。(十一)溢流量を測るに用ゐる溢流口の少し上に求むるは何故なりや。(十二)フランシスの公式を問ふ。(十三)堤防下を通じて徑五寸長二十二尺の管より

射出する水あり、を三尺とすれば其射出量如何。(十四)樋管に正方形を用ゆると長方形を用ゆると何れか利なりや。

### 第四章

(一)盛土と切取と其量異なるは如何の損ありや。(二)堤防の兩端断面百平方尺と五十平方尺にして中央断面七十五平方尺なり長さ六十尺なりとせば其土坪如何。(三)土功の收縮率如何。(四)土の自然傾斜角とは何ぞや。(五)堤防の頂幅一間にして其兩法一割二分なりとすれば底幅如何。(六)普通土工の法を問ふ。(七)土工上土の分類法を問ふ。(八)解弛と積入れに要する工夫の割合如何。(九)勾配と運搬用具との關係如何。(十)立坪の切取積入れの費を問ふ。(十一)運搬費の算式如何。(十二)土工費の略算法を問ふ。

### 第五章

(一)水路とは何ぞや。(二)半圓は摩擦の抵抗を最小ならしむる形なりと云ふことを證明せよ。(三)梯形が一般水路の定形たる所以如何。(四)水路の側面傾斜角を三十六度とし断面を二十四平方尺とし最有益の断面形狀を求めよ。(五)水路断面に關する一般規則を問ふ。(六)勾配急なれば斷面積を減じ

得ることを數學上證明せよ。(七)浮遊物の沈澱は如何なる損害を與ふべきや。(八)用水路に於て本溝は支溝より急なる流速を與ふべしと云ふ然らば勾配の關係如何。(九)惡水路に於ては如何。(十)水路の眞直は何故斷面積を減するを得るや。(十一)水路の屈曲は何故に沿岸の崩壊を促すべきか。(十二)全部築堤より成る水路と全部堀鑿したる水路とは吸水量に如何の差あるべきや。(十三)水路の堤塘一般の形を問ふ。

## 灌 溉

### 第一章

(一)灌漑の定義を問ふ。(二)灌漑の各目的に對する實例を擧げよ。(三)濕潤灌漑とは如何。(四)肥培灌漑とは如何。(五)氣候と灌漑法とに如何の關係ありや。

### 第二章

(一)酸性及亞酸化物を含む水の除害法を問ふ。(二)水中の肥培物質は水質と如何の關係ありや。(三)浮遊物と溶在物とは何れが眞きか。(四)溶在物が著

しく肥培力を有する實例を知れりや。(五)低温の水が有害なる所以及其實例を問ふ。(六)市街地及花崗岩成土壤を通過し來る水は如何なる養分に富むや。(七)水中に生ずる玄參科及莎草科植物の例を問ふ。

### 第三章

(一)千分間に千二百立方呎の水は幾「セコンドフット」に當るや。(二)十時間に七百二十立方呎の水を秒「リットル」數に改算せよ。(三)一秒に對し〇・一立方尺の水は一日に幾立方尺となるか。(四)五「エーグル」に三呎の深さを與ふる水は幾「エーカーフット」なりや。(五)一「ヘクスターメトル」は幾立方呎に當るや。(六) Duty per acre foot が二十なりとせば如何なる意味か。(七)用水量 2 litres per heceter & second なりとせば二十四時間に千立方呎の水の灌漑反別如何。(八)稻作の用水量一秒一町に對し〇・一立方尺なりとすれば百萬立方尺の水は幾町歩の稻田を灌漑し得べきや但し稻の灌漑日數を百二十日と算す。(九)用水量水深にて六呎四吋なりとせば其 Duty per acre foot は如何。(十) Irrigation depth が二米なりとせば一「ヘクスタール」に要する水量立方呎にて幾何なりや。(十一)一日の用水量水深二寸なりとせば十町尺の水は五日間何町歩を

灌漑し得べきや。(十二)二十四時間に一尺の水深を要する灌漑は一秒一ヘクタールに對し何リートルに當るや。(十三)稻作が一反歩に要する水量を一萬石とし之を町秒立方尺單位に改算せよ。(十四)如何なる地勢が多くの水を必要とするや。(十五)地下水位は何故に用水量に關係するや。(十六)何故に肥培灌漑には多量の水を要するや。(十七)濕潤灌漑の要不要は如何にして知るを得べきか。(十八)何故に外國には麥類等の灌漑を要するや。(十九)水稻の中等消費水量如何。(二十)有用雨量とは何ぞや。(二十一)我稻作の中等用水量は如何。(二十二)灌漑事業の設計に最大用水量を注意せざれば如何の結果を生ずるや。(二十三)水を滞留せしむると流去せしむるとにより何故に肥培用水量に著しき相違を生ずるや。

#### 第四章

(一)用水源の普通なるものを問ふ。(二)河が廉價に水を供給し得とは何の意味か。(三)頭首工とは如何。(四)頭首工の位置を問ふ。(五)河の曲りたる處は何故に土砂が沈澱する多きや。(六)各其地方に於ける堰の形を問ふ。(七)流量一千立方尺水深五尺なる河を堰きて水位五尺を高めんとす設くべき堰

の高如何。(八)水門と堰との間に距離ある時は何故に土砂沈澱するや。(九)其地方水門の構造に付知る處を述べよ。(十)水源として貯水池の價值如何。(十一)貯水池の聚水地は如何にして算すべきか。(十二)聚水區域は五百町にして年雨量千五百ミリメートルとせば設くべき貯水池の大きさ及灌漑し得る稻田反別如何。(十三)小川を堰きて設くる貯水池は何故に利益なりや。(十四)砂利と粘土の混合物を以て作る高さ十間の貯水池堰堤の斷面を圖せ。(十五)泉水の用水としての價值如何。(十六)泉水は冬季灌漑用として如何の利ありや且其實例を示せ。(十七)泉水は如何にして灌漑するを利とするや。(十八)堀抜井とは何ぞや。(十九)アビシニヤ井の構造を問ふ。(二十)其地方に普通井にて灌漑する處あらば其汲水費を略算せよ。

#### 第五章

(一)用水路とは何ぞや。(二)用水路に必要な條件を問ふ。(三)各條件に對し理由を附せ。(四)用水路の階級を問ふ。(五)灌漑本溝を設くべき位地如何。(六)其勾配は如何。(七)中等形の用水路に於て底幅と深さとに關する一般規則を問ふ。(八)配水溝の必要なる所以を問ふ。(九)配水溝と本溝との底面の



關係如何。(十)本書に記する灌漑小溝の配置法と其地方に於ける配置の實狀とを比較せよ。(十一)灌漑小溝には急勾配を用ゆるは何の爲めか。(十二)日本用水路の一般缺點を問ふ。

## 第六章

(一)灌漑の四主義を問ふ。(二)重なる灌漑組織を問ふ。(三)堰溜法とは如何。(四)浸潤法とは如何。(五)西洋の畦間灌漑法と我畑作の灌漑法とを比較せよ。(六)溜溜法とは如何。(七)勾配急なる地に溜溜灌漑を行ふに當り如何にせば區劃を大にするを得べきか。(八)田地の灌漑は淺きを貴ぶ理由を問ふ。(九)滯流法とは如何。(十)滯流法を水田に用ゆるの利害如何。(十一)溢流法とは如何。(十二)溢流法の種類を問ふ。(十三)急勾配の地に何故に設畦溢流法を用ひ得ざるか。(十四)溢流法につきて注意すべき事項を問ふ。(十四)我國に於ける下灌漑の實例を問ふ。

## 排水

### 第一章

(一)土地の過濕の害如何。(二)滯流水面の高さとその害狀如何。(三)我大河沿岸の地常に過濕なるは如何なるや。(四)惡水とは何ぞや。(五)排水の意義如何。(六)作物の發育を十分ならしめんには排水を如何にすべきや。(七)其地方に於て地下水の排除望み難き土地の實例を示せ。(八)排水の利益を考へよ。

### 第二章

(一)地下水位測定法を問ふ。(二)排水量の表示法如何。(三)排水量と氣候とは如何の關係ありや。(四)我國大河沿岸の地に於て排水量特に大なるは何故なりや。(五)地下停滯水の排除量を其地方の雨量によりて算せよ。(六)同上大河沿岸の卑濕地の排水量を算定せよ。(七)一排水區域の全排水量を算する法を問ふ。(八)低地に於て大雨の後雨量に比して著しく地上停滯水を見るは何故なりや。

### 第三章

(一)排水の二主義を問ふ。(二)普通排水の二種差別を問ふ。(三)耕地内の排水の二種如何。(四)暗渠排水の利益を擧げよ。(五)暗渠排水を利とするに我稻田は何故に普通明渠排水法を取るや

#### 第四章

(二) 排出口の適當なる位置如何。(三) 水門を流過する水に最小抵抗を與へんには其構造を如何にすべきや。(三) 排出口改良法如何。(四) 甲地に於て惡水位は河水位と同じとし河の勾配は五千分の一排水路の勾配を一萬分一とせば幾何の水路延長は惡水位をして河水位より一尺高からしむるを得るか。

#### 第五章

(一) 惡水路とは何ぞや。(二) 惡水路と用水路と異なる點を擧げよ。(三) 惡水路は大さを増すに従ひ急勾配を與ふべしと云ふを得可きや。(四) 排水路の三階級を問ふ。(五) 排水路の位置に關する原則を問ふ。(六) 排水路の配列に關する三個の規則如何。(七) 承水溝とは何ぞや。(八) 承水溝の排水に對する効力を問ふ。(九) 用惡水路斷面に如何の差ありや。(十) 惡水路の維持上最も注意すべき點は如何。(十一) 水田に於て排水路配置と區劃との關係を明かにせよ。(十二) 我國排水路の一般缺點を問ふ。

#### 第六章

(一) 暗渠排水の三組織を問ふ。(二) 暗渠排水法の最舊式を問ふ。(三) デインス

トン組織元來の主義如何。(四) 其主義中の缺點を指摘せよ。(五) 石礫暗渠に於て大なる石礫を渠底に近く積むは何故なるか。(六) 粗朶暗渠の用ひらるゝ場合を問ふ。(七) 其地方に行はるゝ暗渠排水法あらば其を本書記載のものと比較せよ。(八) 土砂が渠内の孔隙を閉塞するを防ぐには如何にすべきや。(九) 土管排水の主義如何。(十) 土管排水に於ける三種の渠を問ふ。(十一) 中等土質に於て暗渠布設の適當なる深さ如何。(十二) 其深さと其地方慣用の深さとを比較せよ。(十三) 深さの小には如何なる害が伴ふや。(十四) 暗渠の適當なる距離を問ふ。(十五) 徑五寸の土管を流通する水に毎秒一尺の流速を與へんには勾配を如何にすべきや。(十六) 土管埋設の最小勾配を問ふ。(十七) 徑四寸の土管を九百分の一の勾配を以て埋設し一町歩の排水量を毎秒〇、一立方尺なりとせば土管の排水面積如何。(十八) 或土管の排水面積を五畝歩とし管列の距離七間とせば許し得べき土管列の長さを問ふ。(十九) 暗渠配列法の原則を問ふ。(二十) 平行暗渠の必要なる所以を問ふ。(二十一) 種々の地勢を取りて之に應ずる暗渠配列法を案出せよ。

#### 第七章

(二)沈泥法とは何ぞや、(三)沈泥法の大要を示せ。(三)我耕地は河水位と關係的に低下すとは何の謂か。(四)沈泥法の有益なる所以を問ふ。

## 器械的揚水

### 第一章

(一)器械的揚水の必要なる場合を問ふ。(二)其地方に於て器械揚水を行ふに利ありと思はるゝ場處ありや。

### 第二章

(一)器械的揚水に用ゆる原動力の種類を問ふ。(二)最も不經濟なる動力は何か。(三)其地方に於て動物力を器械的揚水に用ゆる例ありや。(四)若し其例ありとせば其仕事の量如何。(五)風力は我國に用ゆるを得べきや。(六)風力の計算法を問ふ。(七)毎秒十立方呎の水三呎の高より來りて胸射水車を動かすあり水車は爲めに幾何の力を得るや。(八)熱氣ポンプ機關とは何ぞや。(九)熱氣ポンプ機關を用ゆるに利なる場合を問ふ。(十)石油發動機の性質を問ふ。(十一)蒸氣力の多く利用するゝ所以如何。(十二)五馬力を或揚水器

械に與へ毎秒二米の高さに〇、一五立方米の水を揚げ得たりとせば器械の効率如何。

### 第三章

(一)振釣瓶とは如何。(二)水車を一人にて一日八時間づゝ五寸の高さに水を揚ぐる時は水田幾反を養ひ得るや。(三)水車を利益を以て用ひ得べき場合の實例を示せ。(四)ノリアとは何ぞや。(五)鐵製の水車を用ゆべき場合如何。(六)螺旋揚水器の構造を問ふ。(七)自働揚水器の性質如何。(八)自働揚水器の給水量一分間に百二十立方尺落差八尺なりとせば五十尺の高さに毎秒揚げ得る水量如何。(九)遠心力ポンプの性質如何。(十)口徑何時のポンプと云ふは何の意味なりや。(十一)遠心力ポンプを以て水田百町を灌漑せんとするは揚程十尺なりとせば幾馬力の機關を要するや。

## 道路

### 第一章

(一)道路とは何ぞや。(二)道路の一般規則を問ふ。(三)道路の狹小方向の屈曲



は何故に交通運搬に不利なりや。(四)農道と大なる公道と如何の差ありや。(五)道路單に人の徒歩通行に止まらば何故に不完全なる道路にして可なるや。

## 第二章

(一)眞直の方向は何故に道路に利なりや。(二)急勾配を用ゆるの要は如何なる時にありや。(三)農道の方向は如何。

## 第三章

(一)粗面なる道路には何故比較的急勾配を與へ得るや。(二)最大勾配とは如何ぞや。(三)道路に最小勾配を制限するの要如何。(四)水平なる時は何故道路の破損多きや。(五)農道勾配の最大及最小限を問ふ。

## 第四章

(一)道路の排水を佳良ならしめんには如何にすべきや。(二)路面の粗なるものは滑かなるものより中心の高さを増すべしと云ふは何故なりや。(三)道路横斷面の形狀は如何。

## 第五章

(一)路面の凸凹は如何なる抵抗を與ふるや。(二)穿入の抵抗とは如何。(三)摩

擦の抵抗とは如何。(四)農道は其表面を如何にすべきや。(五)穿入の抵抗が穿入の深さに反比例することを證せ。

## 第六章

(一)幅を大にせば如何なる損失ありや。(二)日本農道の階級如何。(三)其地方車輛より農道の幅を算せよ。

## 第七章

(一)耕地散在する特殊に直角交叉の道路を必要とする所以如何。(二)主たる農道を農村より耕地に向ふて多く平行に走らしむる理如何。(三)此平行道路に直角に走るものは少数にして足るは何故なりや。(四)道路の数を少なくせば如何なる利ありや。

## 耕地整理

### 第一章

(一)耕地整理の意義如何。(二)耕地整理と他の農業土木との關係如何。

### 第二章

(一)耕地整理の必要なる所以を問ふ。(二)耕地整理の利益を問ふ。

### 第三章

(一)永田と畑地と最益の區劃同じからざるは何故ぞ。(二)最有益の形狀を算出する法を知れりや。(三)區劃大なるに従つて地積經濟上に幾何の利あるやを算せ。(四)區劃の大は何故に耕作上に利ありや。(五)耕地區劃の過大は管理上に如何なる困難ありや。(六)勾配ある地に於て區劃の大きさと地均し費との關係を略算せよ。(七)日本耕地の標準面積は如何。

### 第四章

(一)耕地區劃の正方位説及其得失如何。(二)正方位區劃を設くる爲めに水路の延長を増すと云ふ事實を證せよ。(三)區劃方位の原則を問ふ。

### 第五章

(一)耕地整理法式の大要を述べよ。

農業土木編問題終

明治三十六年三月廿三日印刷

明治三十六年三月廿七日發行

(農業土木篇)  
(定價金七拾錢)

東京市赤坂區青山南町五丁目四十七番地

著 者 上 野 英 三 郎

東京市日本橋區通三丁目十番地

發 行 者 河 出 靜 一 郎

東京市京橋區宗十郎町十五番地

印 刷 者 山 口 竹 二 郎

東京市日本橋區通三丁目十番地

發 行 所

成 美 堂 書 店

電話本局二七七七番



岐阜市小籠町

發賣所 成美堂 三浦源助

大坂市東區備後町四丁目

發賣所 集成堂 石井鉤三郎

電話 關東一九〇二番

大坂市心齋橋筋南一丁目

發賣所 文海堂 松村九兵衛

電話 八十四番

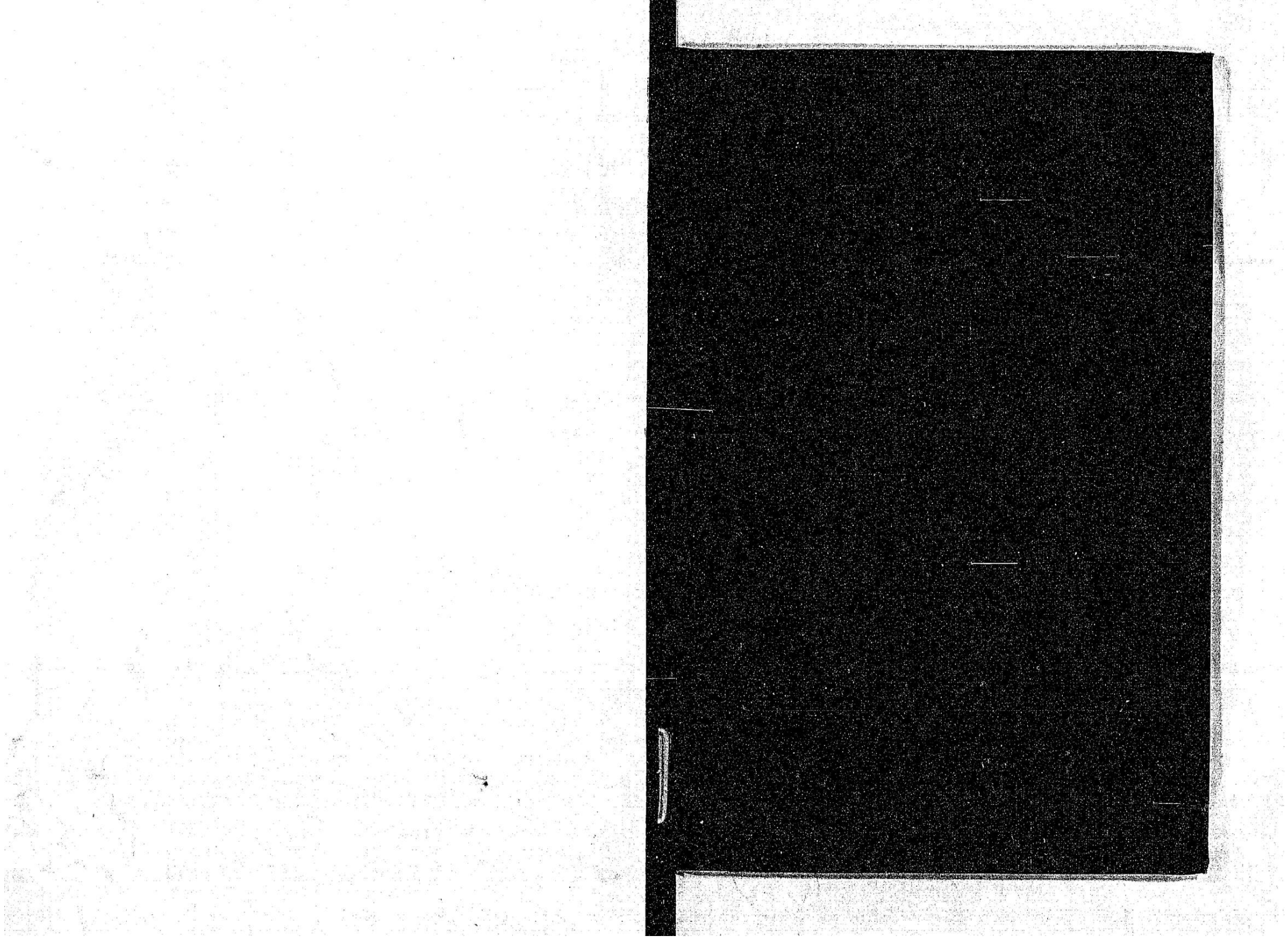
東京市京橋區宗十郎町十五番地

印刷所 合資會社 東京國文社

電話 新橋二五九番



174  
227



74  
227

062722-000-7

74-227

農用工学教科書

上野 英三郎／著

M36

CCA-1754





