

耕 地 整 理 講 義

農 學 博 士

上 野 英 三 郎

著



東 京

成 美 堂 發 行

自 序

我國に於ける耕地整理事業は今や獎勵の期を去つて實行の時期に入り、即ち當に整理の法方に就きて精査すべきの時なり、世多くは漠然耕地整理の利を説きて、方法の如何によりて收め得るの利に大小の別あるを知らず、無意味なる設計の下に事を企つ、惟ふに今日の耕地整理は劃一正形の美を飾るに急にして、實利を收むるに迂なるが如し、此の如くにして進まんか、費やす處多くして收め得るの利を逸する大なるのみならず、甚だしきに至りては遠からずして事を再び起すの止むを得ざるに至る未だ知るべからず、是れ余が識者と共に深く憂ふる處なり、農業土木學專攻者としての余は、更に一步を進めて此誤を正すの寧ろ正當なる自己の責任たるを覺ゆ、是を以て余は一書を成して

世に示さんと欲する久し、然かも事意に違ひ閑を得ず、空しく今日に至れり、而して今日に於ける耕地整理事業の進運は余をして徐に稿を成すの時を與へず、是を以て先づ假りに本書を梓に上す、本書は嘗て大日本農會附屬東京高等農學校に於ける夏季講習會の講義を基礎とし、府縣農會其他公共團體の需に應じて余が各地に講演せし處のものを集め、序を正し、多少補正したるものなり、故に未だ耕地整理のことを理論的に深く叙述し盡したるにあらず、且或は密に或は粗に部分によりて解説の程度を一にせざるの失あり、されど記する處専ら實用を主とし、直接設計の指針たらんことを期せり、若し設計者にして本書を熟讀せば、恐らくは從來我國に於ける耕地整理は其面目を多少改むるを得べく、無意味なる設計は稍、合理的なるを得ん、果して然らば

本書の目的足るなり。

明治三十八年一月

上野英三郎識

耕地整理講義目次

第壹編 緒論

第一章	耕地整理の目的	一
第二章	耕地整理の利益	五
第一節	勞力節約の利益	五
第二節	地積増加の利益	七
第三節	水利上の利益	八
第四節	運搬上の利益	九
第五節	生産力に於ける利益	一〇
第六節	間接の利益	一二
第三章	耕地整理の沿革	一三
第四章	耕地の成立	一六

第二編 水路論

第一章 水路概説

第一節 水路内に於ける水の運動……………一九

第二節 水路流量の直接測定……………三〇

第三節 水路の横断面……………三七

第四節 水路の勾配……………四〇

第五節 水路の計算……………四四

第六節 水路の方向……………五五

第七節 水路の堤……………六一

第八節 水路の吸水量……………六三

第二章 用水路

第一節 用水量……………六四

第二節 用水路の一般性狀……………一〇六

第三章 悪水路

第一節 排水量……………一三一

第二節 悪水路の種類……………一四〇

第三節 悪水路の一般性狀……………一四二

第四節 悪水路の配置……………一四四

第五節 悪水路の断面及勾配……………一四七

第六節 悪水路の断面計算法……………一四九

第三節 用水路の種類……………一一一

第四節 用水路の断面及勾配……………一一三

第五節 用水路の断面計算法……………一二七

第六節 用水路の配置……………一二六

第三編 道路論

第一章 道路

……………一五一

第一節 農道……………一五一

第二節 道路の方向……………一五三

第三節 道路の勾配……………一五六

第四節 道路の横断面……………一六三

第五節 道路の表面……………一六五

第六節 道路の幅……………一六七

第七節 道路の配置……………一六九

第二章 畦畔……………一七一

第一節 畦畔の用……………一七一

第二節 畦畔の構造……………一七三

第四編 耕地區劃論

第一章 耕地の形状……………一七七

第一節 總說……………一七七

第二節 地積經濟と耕地の形状……………一七八

第三節 勞力經濟と耕地の形状……………一八七

第四節 耕地形状の結論……………二〇〇

第二章 區劃の面積……………二〇二

第一節 總說……………二〇二

第二節 一區劃の大きさと潰地積……………二〇三

第三節 區劃の大小と耕作……………二一四

第四節 區劃の大小と灌溉……………二二〇

第五節 區劃の大小と排水……………二二九

第六節 土地の勾配と區劃の大きさ……………二三四

第七節 收穫と區劃の大小……………二四三

第八節 土質と區劃の大小……………二四六

第九節 栽培法と區劃の大小……………二四八

第十節 習慣と區劃の大きさ……………二五二

第十一節 結論……………二五三

第三章 區劃の方位……………二五五

第五編 耕地整理方式論

第一章 總說……………二六二

第一節 水路……………二六三

第二節 農道……………二六四

第三節 區劃……………二六五

第二章 靜岡式……………二六六

第一節 靜岡式に於ける耕地の状態……………二六六

第二節 靜岡式に對する評論……………二六八

第三章 石川式……………二七一

第一節 石川式に於ける耕地の状態……………二七二

第二節 石川式に對する評論……………二七三

第四章 近時の整理法式……………二七五

第一節 近時の整理式一般……………二七五

第二節 近時整理式の一例……………二七九

第五章 外國の整理法式……………二八三

第六編 設計論

第一章 總說……………二八五

第二章 企業上の注意……………二八八

第三章 調査の事項……………二九六

第四章 測量及製圖……………三〇七

第五章 水路の設計……………三一二

第一節 灌溉排水に關する計畫順序……………三一二

第二節 用水路の設計……………三一五

第三節	悪水路の設計	三二七
第四節	用悪兼用水路の設計	三三二
第五節	水路堤塘の設計	三三四
第六節	水路曲度の設計	三三五
第七節	水路底面位地の決定	三三七
第六章	道路の設計	三四〇
第一節	道路の設計順序	三四〇
第二節	道路配置の設計	三四一
第三節	道路方向の設計	三四五
第四節	道路勾配の決定	三四六
第五節	道幅の設計	三四八
第六節	道路高さの設計	三五三
第七節	道路側法の設計	三五四
第八節	路面性質の設計	三五五

第九節	道路横断面の設計	三五六
第七章	區劃の設計	三五八
第一節	區劃設計の順序	三五八
第二節	方位の設計	三五九
第三節	標準區劃面積の設計	三六〇
第四節	地積經濟上區劃形狀の設計	三六三
第五節	區劃形狀の修正	三七三
第六節	一區劃面積の修正	三七六
第八章	土工	三八〇
第一節	切取及盛土の法	三八〇
第二節	土の切取及運搬	三八四
第三節	盛土	三八六
第四節	地均工事	三八八
第五節	土工の要領	三九一

第九章 耕地整理費

第一節 整理費の項目

第二節 土工費

第三節 從來に於ける整理費一斑

第十章 施工の順序及方法

第一節 施工の順序

第二節 施工の方法

第七編 耕地整理餘論

第一章 附帶事業

第二章 貯水池

第一節 貯水池の要

第二節 利用し得べき水量

第三節 貯水池の大きさ

第三章 器械揚水

第一節 器械揚水の要

第二節 揚水器械

第四章 暗渠排水

第一節 暗渠排水の種類

第二節 簡易暗渠排水

第三節 完全排水組織

第四節 暗渠の深さ

第五節 暗渠の距離

第六節 暗渠内に於ける水の速力

第七節 暗渠埋没の勾配

第四節 貯水池の位置.....四一九

第五節 堰堤.....四二二

第六節 貯水池に於ける水量の測定.....四二四

第一節 器械揚水の要.....四二六

第二節 揚水器械.....四二七

第一節 暗渠排水の種類.....四三六

第二節 簡易暗渠排水.....四三七

第三節 完全排水組織.....四四〇

第四節 暗渠の深さ.....四四一

第五節 暗渠の距離.....四四四

第六節 暗渠内に於ける水の速力.....四四八

第七節 暗渠埋没の勾配.....四五〇

第八節 暗渠の排水量……………四五四

第九節 暗渠の長さ……………四五六

第十節 暗渠の配列法……………四五八

附 録 耕地整理に關する法規

耕地整理法……………一

耕地整理法施行規則……………一一

整理地登記規則……………一八

耕地整理法施行期日の件……………二四

法律第三十九號土地區劃改良に係る地價の件……………二四

土地區劃改良出願に關する件……………二五

土地區劃改良に係る地價取扱手續……………二六

耕地整理法及同法施行規則に掲げたる參加土地原簿
參加土地權利者名簿及圖面様式雛形の件……………二八

國有地整理地區編入の件……………四一

國有地整理地區認許贈本添付の件に付局長より地方長官へ
照會……………四一

整理工事著手前所轄稅務署へ申告の件……………四一

整理地登記取扱手續……………四二

耕地整理地區に編入の不用國有地處分法の義に付稟申……………四四

同意書の義に付照會……………四五

創業總會の決議に必要な條件を具備せしむるの件通牒……………四六

國有林野を耕地整理地區に編入する場合に於ける通牒……………四七

法律第三十九號に依る土地の區劃形狀の變更に關する取扱
方内牒……………四八

耕地整理に伴ふ地目變換等に關する疑義の指令……………四九

地租條例……………五〇

地租條例中改正……………五四

地租條例施行規則……………五五

市町村内土地の字名改稱變更に關する規程……………五七

農工銀行法(摘要)……………五八

日本勸業銀行法……………五九

耕地整理講義目次終

耕地整理講義

農學士上野英三郎述

第壹篇 緒論

第壹章 耕地整理の目的

耕地整理とは何ぞや、これ耕地整理を解せんと欲するもの、必ず先づ攻究すべきの處なり、抑も耕地整理なる語は、明治三十二年三月二十二日公布の法律第八十二號に始めて現はれたる處にして、該法律は其第一條に於て耕地整理の意義を解して曰く、

本法に於て耕地整理と稱するは耕地の利用を増進する目的を以て其所有者共同して土地の交換若くは分合、區劃形狀の變更、及道路畦畔若くは溝渠の變更廢

置を行ふを云ふ

と、これ現行法律に於ける耕地整理の意義なり、その目的とするところ、耕地の利用を増進するにあり、耕地の面積を増加する、これ利用増進の法なり、區劃を擴大し、形狀を正しくし、耕耘に便にする、またこれ利用増進の法なり、水利の便を増し、運搬を便にする、これまた利用増進の法なり、その他利用増進の方法少なからず、而して土地の交換分合、區劃形狀の變更、道路畦畔若くは溝渠の變更の如き、總べてこれその手段たり、此等の手段たる、皆耕地の利用を増進する目的に協はざるべからず、無意味に交換分合を行ふは、必ずしも耕地の利用を増進する所以にあらず、區劃形狀の變更當を得ざれば、返て耕耘上の不便を來たすなしとせず、道路、畦畔、溝渠の變更廢置に於ても、また同一の關係を見る、されば此等の手段にして總べて耕地利用の増進するを得て、始めて耕地整理と云ふを得るなり、耕作上の不利不便を増すの變更は所謂耕地整理にあらざるなり。

されど如何なる耕地状態が有利なりやと云ふに至りては、これ時代問題に屬するものにして、一定不變のものにあらざるなり、例へば耕耘のこと一に人力に依頼す

る時代にありては、區劃の大必ずしも必要のことにあらず、道路の廣き返て耕作面積を失ふの損害を見るのみ、これに反して耕耘は専ら畜力に依り、或はまた器械力を用ふるの時代に至りては、區劃の甚だ大なるを貴び、道路は十分なる幅員を有せざるべからず、是故に耕地の交換分合、區劃形狀の變更、道路畦畔若くは溝渠の變更廢置等の法方は、時代に適應したるものならざるべからず、然らずんば耕地利用の増進をなす能はずして、耕地整理の目的を達するものにあらず。

されば法方の如何によりては耕地整理と云ふべからずして、返て耕地利用の減退を來たすなしとせず、少なくとも實際上耕地整理の利益の大小に關係する少なからず、故に時代に伴ふ農法如何につきて深く考察する處なかるべからず、而して耕地整理に當りては單に現時につきて考ふべきのみならず、近き將來に於ける農法の變遷に注意するを要す、蓋し耕地整理なるものは、比較的多大の勞費を要し、一朝にして成效し難きものなるを以て、朝に改めて夕に再びするの煩あるべからず、殊に我が農業の現今に於ては、正に過渡の時代に屬し、近き將來に於て大々の變革の來る、具眼者の首肯する處たるなり、然るを顧みず、單に現時の状態を基礎として、耕

地整理の法方を講せば、遠からずして第二の耕地整理を要し、多大の勞費を空しくするの患あり、而して我國今日現行耕地整理の多くは、此くの如きの失少なからざるを認む、世の耕地整理を企てんと欲するもの、深く注意する處なくして可ならんや。

是を以て耕地整理は左の如く定義を下すを以て、學術上正當なりとす。

耕地整理とは現今若くは近き將來に於て農業經營上最有益の狀態に耕地を改良するを云ふ。

猥りに耕地の交換分合を行ひ、何等農業經營上の根據なくして區劃の大小形狀を定め、水利運搬上の理論を解せずして道路、水路の變更廢置を行ふ、これ眞の耕地整理にあらざるなり、此くの如くにして受くべきの利を逸し、避け得べきの損害を蒙り、以て耕地の整理を成遂げ得たりとなす、抑もまた憐むに堪へたり、耕地整理は水利運搬の上より見るも、耕耘上より見るも、凡べて農業經營上最有益の狀態に耕地を形作り作らざるべからず、これ實に耕地整理の目的にして、以て大に耕地の利用を増進するを得るなり。

第二章 耕地整理の利益

耕地整理の目的上に述べたるが如し、然らば即ちその利益は易く推測するを得べし、されど耕地整理の要を知らしめんが爲め、左に項を分ちてその利益著大なるの實を説明せん。

第一節 勞力節約の利益

我耕地の現状を観るに、その形頗る不規則にして、加ふるに區劃甚だ狭小なり、調査に據るに、我水田一筆の平均反別は六畝二十歩、畑地は五畝二十一歩に過ぎず、而して水田區劃一反歩以上のものは僅かに全數の二割一分に足らず、一反歩以下五畝以上のものまた二割六分に當り、五畝以下のものは實に五割二分即ち過半數を占む、畑地にありては、二反以上は八分、一反歩以上は一割八分、一反歩以下は七割四分の多きを占有す、その實際に至りては更に一筆にして數分せられたるもの少なからず、此の如き形不規則なる小區劃の地に於て畜力を専用し、大なる農具を使用せ

んと欲するも得べからず、而して區劃の形状大さを耕耘上最有益の狀態に改良する、これ耕地整理目的の一なり、故に耕地整理を適當に行へば、畜力の利用容易に、精巧の器具を使用する便に、勞力上の節約少なからざる言を俟たず。

翻て我國農業の現狀を見るに、過度の勞力的集約なるは、何人も疑を容れざるべく、而して將來は此過度の勞力的集約なる農法を許すべきや、工業の發達は都會に勞働者を集中して農業勞働者を奪ひ去ることは、古今を通じ、國の異同を論せず同一轍に出づ、我工業も近年長足の進歩をなし、勞働者は多くこれに趣き、已に田舎に於て勞力の拂底を感ずる地方少なからず、彼九州炭礦地方の如き、その著例なり、而して將來に於て此趨勢は愈甚だしからんとするは、見易きの理なり、然らば現今の勞力的集約は爲めに影響を蒙りて、多少勞力的疎放の狀態に移らざるべからず、然らずんば農業經營上の利を見ること難し、されば勞力の節約を講ずるは、將に來らんとする農法の變革に處するの最要策なり、我農業の將來の運命は勞力の節約をなし得ると否とに關する多し。

是故に勞力の節約は我將來の農業に極めて必要にして、耕地整理はその目的を達

するの良手段たり、耕地整理の利益豈大ならずや。

第二節 地積増加の利益

耕地の増加はこれを國家の上より見るも、個人の上より見るも、大なる利益たるに相違なし、而して耕地整理は迂曲の道路溝渠を改め、畦畔の數を減するものなるを以て、耕地面積の増加即ち所謂増歩を生ずるものなり、その増歩の割合は耕地の現狀又整理の法方等によりて同じからず、多きは百分の二十に達するあり、鹿兒島縣の如き一般に從來の田區狹小なる地方にありては、八分乃至一割五分平均一割の増歩を見る、之に反して坦々たる平野從來已に比較的廣大なる區劃を有する地方にありては、増歩の割合甚だ小なり、大阪附近の如き之れなり、されど從來の成績より推測するに、全國を通じて三分乃至五分の増歩を見る難からざるべし、即ち百町の整理をなして三町乃至五町の新耕地を得るの理なり、この利益また大ならずや、更に全國につきて見るに、我水田面積は臺灣を除きて二百七十餘萬町なり、今その半部の整理を爲し平均三分の増歩ありとするも、四萬五百町の新水田を得るの理

なり、假りに四萬町の水田増加とし、一反平均二石の收穫ありとすれば、年々八十萬石の増收を得べく、これを價格に算せば、略千萬圓に達すべし、増歩の國家經濟上に及ぼす影響小なりとすべからず。

第三節 水利上の利益

水利の便如何は稻作に關係する大なるは、旱魃に際し各地水掛論の盛に起るを以ても、これを證するを得べし、而して現今の我水田は水利の便甚だ不十分なり、水路は多く用惡兼用にして、水を灌がんと欲して意の如くならず、排除せんと欲するも時に爲し難きあり、且つ水路の配置完からずして、田越しに水を掛け、田越しに水を排せざるべからず、爲めに更に灌漑排水の自由を制限せらるゝ多し、或はまた用惡水路の大きさ不適當にして、適量の水を給し、適宜に排水をなす能はず、水利の便を完くするは、また耕地整理目的の一なり、各區劃は必ず用惡水路の何れもに接し、用惡水路は適當の大きさを有して、灌漑排水の便を得せしむ、これまた耕地整理の大なる利益なり。

灌漑の便良しからざるが故に旱害に泣くの水田、我國各地に乏しからず、排水の困難なるが爲めに、稻の水腐を免る能はざるの例、また稀なりとせず、或は惡水の停滯稻の水腐を致す程度に甚だしからざるも、所謂濕田なるものありて、二毛作をなし得ざるのみならず、稻の收穫少く品質劣等なるの失あるものに至りては、全國水田の七割を占むるあり、此の如きは耕地の利用完きものと云ふべからず、耕地整理は灌漑の便を十分にし、排水を容易ならしむるをその目的の一となすを以て、從來の耕地に於ける此等の患を除却するを得べし。

第四節 運搬上の利益

耕地と農家との間には常に人畜の交通肥料收穫物等の運搬の要あり、その便否は農業經營上に少なからぬ利害關係を有するものなり、故に耕地には適當の大きさを有する道路が適當に配置せられざるべからず、然るに我從來の耕地には道路甚だ稀にして、偶々これあるも、屈曲甚だしく、或はまた狹小にして、車輦家畜等の通過に適せず、交通運搬上の不利大なり、農業状態が過度の勞力的集約を許し、交通は人に

止まり、運搬はまた人肩にのみ依頼する時代には、道路の不備必ずしも大なる損害を與へざるも、勞力の節約を必要とするに至りては、家畜の交通、車輛の通過瀕繁を加へざるべからず、而してこれには完備したる道路なかるべからず、故に我今日の耕地は道路の改築を迫まらるゝ大なり、耕地整理は時代の必要に應じて、交通運搬に便益に、且つ地積上の損失なき程度に於て道路を改築するを以て、その目的の一となす、されば耕地整理が交通運搬上に利益を與へ、將來の農業の經營を利する大なりとす。

第五節 生産力に於ける利益

耕地整理は灌漑排水を便にし、土中に於ける空氣の流通を自由ならしめ、地温を高め、有害物を除却し、肥料の效驗を多くするを以て、土地の生産物に對し左の如き利益あり。

- 一 收量を増加すること、
- 二 生産物の品位を上進すること、

稲作に於ける收量の増加は時に甚だ著しきものあり、山間湧水多き地の如き殊に然りとなす、鹿兒島、山口二縣に於ける例は明かにこの事實を證するものなり、即ち此等の縣の水田は多く山間溪谷に存するものにして、冷水の湧出、亞酸化物の存在は常に見る處なり、然るに整理の結果は、此等の患を多く除きたるを以て、收量の増加著しく、従前の二倍の收穫を得るに至れり、石川縣の如き比較的平坦部に於ける整理は增收の度前者の如く著大ならずと雖も、然かも尙平均三割の增收を致せりと云ふ、元來土地好位地にありて土質良好なるものは、整理によりて大なる增收を得る能はざるべきも、全國を通じて稲作は從來に比し二割位の增收を來たすは確然たるべし、即ち一村五百町の整理をなせば、從來二石の收量ありたりとなし、年々二千石、價に算して略二萬五千圓の增收を得べし、更に二毛作をなすを得て、之れより來る增收を算せば、實に意外の巨額に達すべし。

旱害地または卑濕地に産する米の品質が頗る劣等なるは、各地然りとなす、耕地整理の結果は此等の患を除き、生産物の品位を高むる少なからず、現に整理後生産米價一石に付五十錢を増したるもの多し。

要するに耕地整理は土地を改良し、その生産力を増し、生産物の品位を優良にするの利益頗る著しきものあり。

一一

第六節 間接の利益

耕地整理の利益の主たるものは凡そ上述の如し、その他管理上の便、用水節制の利、溝渠畦畔の修繕の勞費を省き、また幾多利益の結果として地價の増高する等、耕地整理の利益は殆んど枚擧に遑あらず、されど今はその大要に止めて茲に間接の利益につきて一言せん。

耕地整理は本と多數農家の共同事業なり、一たび此有益なる事業の下に協力同心す、その結果は共同一致の力甚だ大に、その利益著しきを覺知し、茲に久しく我農界に缺如したる此美風はその萌芽を發し、各種共同的事业勃興し、農村の福利を増進するを得べし、これ耕地整理間接の利益の一なり。

耕地區劃の整正にして、多く均一の面積を有する耕地相隣接す、是を以て互に競ふてその作の良からんことを希ふ、その結果は勤勉の風を助成する少なからず、これ

間接の利益の二なり。

境界を争ひ、引水の權を論ずるは、我農界に多く見る處、而して此等は本と耕地形狀の不正、水路配置の不備に因す、耕地整理は實にその争論の根原を奪ふものにして、比隣相争ひ、骨肉相噛むの陋風は我農界に跡を絶たしむるを得べし、これ間接利益の三なり。

地主と小作人との争論は近來各地に起り、識者をして憂慮に堪へざらしむるものあり、蓋しその原因一ならずと雖も、多くは小作人生活上の困難と勞力の缺乏とにあり、耕地整理は増歩を得、地價を増し、以て地主を利し、耕耘上の便を加へ、收量を増大にし、小作人を利する大なり、是を以て勞力の缺乏も憂ふを要せず、小作人の収入は増加し、地主小作人共にその途に安んずるを得べし、即ち兩者の關係を圓滿ならしむるを得、是れ單に當事者の幸福のみにあらずして、實に國家の利益なり、これ耕地整理間接利益の四なり。

第三章 耕地整理の沿革

耕地區劃の改良、道路溝渠の修築等の事たる、古來必ずしも行はれざりしにあらず、されどその規模狭小にして、今日の所謂耕地整理と云ふに足らず、明治以降稍共同の田區改良事業處々に行はれたるありと雖も、未だその聲高からず、その利以て世の風潮を導く能はず、明治二十年に至りて始めて注意を惹くに足るべき一事實現はれたり、そは石川縣石川郡野々市村郡設模範農場に於ける出來事なり、該模範場は試作上の必要よりして畦畔を改廢し、溝渠を改修し、作道を廣濶直通し、區劃改正の事を行へり、その結果は二町五反八畝三步の舊反別は増して二町七反八畝六歩となり、百二十二の舊筆數は減じて四十二筆となり、耕耘、運搬等頗る便利なるを得たり、この實例は區劃改良事業の極めて有益なるを當業者に知らしめ、改正の必要を説き、事を企てんとするもの、相次ひで起れり、然れども事業の爲めに要する費少なからざるを以て、容易にその實行を見るの機に至らず、是を以て、明治二十年十月六日當時の石川縣知事は情を具し、耕地の區劃を改正せんとするものに對し、特に實地を檢査し、工費の多寡に依り五ヶ年乃至七ヶ年間地價据置の認可を得んことを伺ひ出でたり、大藏省は直ちに指令を與へてこれを許聽せり、是に於て石川縣

廳は大にこの事業を獎勵し、石川郡安原村に於てその第一事業を見たり、該事業著手は實に明治二十一年三月にして、約三ヶ月を以て工を了へ、世に一個の好模範を示したり、之より漸くこの種の事業を企つるも多きを加へたりと雖も、工事の費大にして、増歩を以てこれを償ふ能はざるを以て、當業者の意氣未だ大に振ふ能はず、故を以て時の石川縣知事は更に二十二年七月二十三日附を以て十五年間地價据置の儀を申請せしに同十一月法律第三十號を以て、地租條例を改正し、同第十六條を以て三十年以内の地價据置年限を許可することを規定せられたり、この特典は大に農界の氣運を該事業に集めしむるに至れり。

石川縣に於ける區劃改良事業と相前後して、靜岡縣磐田郡に於ても、畦畔改良と稱して、一種の耕地整理少なからず起れり、而して他府縣に於ても漸く此種の事業起らんとするの傾向を生ぜり。

然るに明治二十九年三月登録税法の發布は、耕地整理事業の前途に一大支障を與へたり、されど幸にも久しからずして法律第三十九號出で、耕地區劃改正に關する登録税の納付は自然消滅に歸し、再び前途に光明を見るに至れり、されど關係地主

全體の同意を得るに難きこと及道路溝渠新設變更廢除に要する出願手續の煩雜なること等の障害ありて、未だ事業勃興の運に達せず、是に於て政府は三十二年三月二十二日法律第八十二號を以て、耕地整理法を發布し、次で同年十二月二十六日農商務省令第三十二號を以て、耕地整理法施行細則を發布し、次に斯業に對する障害を排除したり、爾來更に種々なる法律規則の改正ありて、愈耕地整理事業に便利を與へ、その前途をして洋々春の如くならしめたり、是を以て最近各府縣に於て整理事業の發起着手相踵ぎ、實に我農界に於ける最大人氣事業たるに至れり。
更に外國に於ける耕地整理事業の蹟を見るに、歐州諸國の如き、既に全國を通じて完成したるあり、或は今や事業の半途にあるものあり、英國は二百年以前に於て已にこの事業を結了し、坦々たる塽佛の平原はその必要大ならざるも、獨逸の如きは地勢上夙にその必要を認め、第十九世紀の中葉より法律を發布して、大にこれを奨勵したる結果は、現今に至る迄年々歳々これが實行數を増加するに至れり。

第四章 耕地の成立

耕やすべき地あるも、これに通ずるの道路なくば、交通運搬不便にして、經營上の勞多し、故に耕地には必ず適當の道路これに伴はざるべからず、耕地には區劃あるを要す、一人の所有地も、際限なき大なる地は、これを耕し、これを管理するに困難なり、殊に所有者を異にする毎に必ず界を分たざるべからず、故に耕地はこれを適當に區劃し、區劃には境界を表旌する組織なかるべからず、畑地に於ける小徑、水田に於ける畦畔即ちこれなり、水田は更に灌漑排水を司どる水路を必要とす、而して灌漑水の奔逸を制する爲めに畦畔を高くするの要あり。

此くの如く耕地は單に耕やするべき土地のみを以て完全なりとすべからず、畑地には道路小徑を要し、水田には別に水路畦畔を備ふを要す、而して完全の耕地成るなり、故に耕地の形態を論せんには、區劃、道路、畦畔、水路の總てに及ばざるべからず、されどまた耕地は區劃あり、道路畦畔あり、水路備はると云ふのみを以て完しとすべからず、詳しく言へば、區劃の形狀大小を論せず、道路畦畔の性質及配置如何に關せず、水路の形狀配置の適否を問はず、唯此等が存在すと云ふを以て、完全の耕地なり、有益の狀態なりと稱すべからず、此等の形態と配列如何は耕地利用の程度を決

定すべきものにして、農業經營上の利害に係はる大なり、而して耕地整理は耕地を最有益の狀態に改むるにあるは、前已に述べたるが如し、されば區劃は如何なる形狀大小を以て最も適當とするや、道路畦畔の適當なる性狀は如何、水路は如何なるものを以て有益となすや、これ等の適當なる配列は如何、これ等數多の問題を解釋し盡くして、始めて耕地整理の性質を知るを得べく、耕地整理の設計者たるを得べし。

耕地整理利益の大小は、設計の良否に關すること至大なり、設計當を得ざれば、受くべきの利もこれを收め得ざるの損あり、而して我國現時の耕地整理を見るに、その設計に於て極めて粗漏に、甚だ非理なる多しとす、此くの如くんば多大の費を投じて得る處多からず、實に耕地整理事業の一大患なり、故に余は茲に主として設計に關する解釋を勉め、その他は簡略に従はんと欲す。

第二編 水路論

第一章 水路概説

第一節 水路内に於ける水の運動

水路内に於ては水が常に一定の方向を取りて流動す、而してこの流動の速度は、一秒間に對する尺數を以て示すを常とす、また水路内を流るゝ水量は、單位時間に河の斷面を通過する量を以てこれを示す、この水量を流量と稱し、我國に於ては普通秒尺單位を用ゆ、即ち一秒間に對する立方尺數を以て現はすものなり。

水路内に於て水が常に流動するは、何の故なるか、これ水路の底面一方に傾斜するが爲めなり、水路の底面一方に傾斜するときは、その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、これ水流が常に一定の方向を取る所以なり、この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、傾斜強き水路に於ては水の流るゝ速度常に大なり、而して水路傾斜の度

はこれを勾配と稱し、水平距離を以て落差を除したる商を以て示す、今 J を勾配を現はす價とし、 h を水平距離とし、 h を J 距離に對する高さの差とするときは、左式の如き關係あり。

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

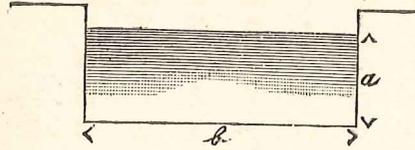
水は水路内に於て重力の作用によりて運動すと雖も、水路面と水との摩擦はこの流動を妨ぐ、この摩擦の抵抗は主として水路面の状態、濡潤周界、流水断面等に關係す、但し濡潤周界とは水路断面に於て水に相接せる部分の長さを稱するものなり、而して濡潤周界を以て流水断面を除したるものを動水平均深と云ふ、今 A を流水断面とし、 P を濡潤周界とするときは、動水平均深は左式の如くこれを現はすことを得。

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

今圖を以てこの關係を説明せんに、第一圖の如き兩側直立なる水路ありとせば、

$$A = a \times b \quad P = b + 2a$$

圖 一 第



$$\frac{a \times b}{b + 2a} = R$$

の如き關係あるものなり。

濡潤周界と流水断面との比即ち R の價大なるものは、流水の全部に對し摩擦の抵抗を受くる部分少なきを示すものにして、その價小なるものは摩擦の抵抗多きを意味するものなり。

かくの如く、水路内に於ける水の流動には摩擦の抵抗あるものなれば、水の流るゝ速度は断面の各部同じからず、底及兩側に近き部分は速度小にして、中央表面部に近きところには速度大なり、而して各部の平均を平均速度と稱す、この平均速度に關する公式は實驗的に左の如く定められたり。 \bar{V} は平均速度

$$\bar{V} = C \sqrt{R \cdot J}$$

この C の價は水路の水と相接する面の状態、動水平均深、勾配等に關係するものなり、而してクッター氏はこの C の價を左式の如く現はせり。(呎單位)

$$C = \frac{41.6 + 0.00281 + \frac{1.811}{n}}{1 + \frac{n}{\sqrt{R}} (41.6 + \frac{0.00281}{J})}$$

水路論 水路概説

義 講 理 整 地 耕

義 講 理 整 地 耕

R	n												R
	.040	.035	.030	.025	.020	.017	.015	.013	.012	.011	.010	.009	
	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
.1	10	12	14	17	23	28	33	40	44	50	57	65	.1
.2	14	16	19	24	31	38	45	53	57	67	75	87	.2
.4	19	22	26	32	42	51	59	70	78	87	97	111	.4
.6	22	26	31	38	49	60	69	81	90	100	112	127	.6
.8	25	30	35	43	55	66	77	90	99	109	122	138	.8
1.0	28	32	38	47	60	72	83	97	106	118	131	148	1.0
1.5	33	38	45	55	69	83	95	111	121	133	148	166	1.5
2.0	37	43	50	61	77	91	104	121	131	144	160	179	2.0
3.0	44	50	59	70	88	103	117	135	147	160	177	197	3.0
3.23	46	52	60	72	91	106	121	139	151	164	181	201	3.23
4.0	49	56	65	78	96	113	127	146	158	172	188	209	4.0
6.0	57	64	74	88	108	126	142	161	174	188	206	226	6.0
8.0	63	71	82	96	117	135	151	171	184	199	216	238	8.0
10.0	68	76	87	102	124	142	159	179	192	207	225	246	10.0
12.0	72	81	92	107	129	149	165	186	198	214	231	253	12.0
16.0	79	88	100	115	138	157	174	195	208	223	242	263	16.0
20.0	84	94	106	121	144	164	181	202	215	231	249	271	20.0
30.0	95	104	117	133	157	176	193	215	228	243	261	283	30.0
50.0	107	117	130	147	170	190	207	228	241	257	274	297	50.0
75.0	117	127	140	157	180	200	217	238	251	267	284	306	75.0
100.0	124	134	147	163	187	207	223	244	257	273	290	312	100.0

水路論
水路概説

勾配四萬分の一

これ等の数字よりCの價を知り、従つて平均速度を求め得べしと雖も、今その勞を避けんが爲めその價を表示せば左の如し。

- 、○三九
- 、○一〇
- 、○一一
- 、○一二
- 、○一三
- 、○一五
- 、○二〇
- 、○二五
- 、○三〇
- 、○三五

式中nの價は水路内面の性質に依りて變ずるものにして、更に實驗上左の如く定められたり。

義 講 理 整 地 耕

水路
論
水路
概
設

R	n												R
	.040	.035	.030	.025	.020	.017	.015	.013	.012	.011	.010	.009	
	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
.1	12	14	17	22	30	37	44	54	60	68	78	90	.1
.2	16	19	23	29	39	48	57	69	76	86	98	112	.2
.3	19	22	27	34	45	56	65	78	87	97	109	125	.3
.4	22	25	31	38	50	62	72	86	95	106	119	136	.4
.6	25	30	35	44	57	70	81	96	105	118	131	149	.6
.8	28	33	39	48	63	76	88	103	114	126	140	158	.8
1.	31	35	42	52	67	81	93	109	120	132	147	166	1.
1.5	35	41	48	59	75	89	103	120	130	144	159	178	1.5
2.	39	45	53	64	81	96	109	127	138	151	168	187	2.
3.	45	51	59	71	89	104	119	137	149	162	178	198	3.
3.28	46	52	60	72	91	106	121	139	151	164	181	201	3.28
4.	49	55	64	76	94	111	125	143	155	169	186	206	4.
6.	54	61	71	84	102	119	134	152	164	178	195	215	6.
8.	59	66	75	88	107	124	139	158	170	184	201	221	8.
10.	62	69	78	92	111	128	143	162	174	188	205	226	10.
15.	68	75	85	98	118	135	150	169	181	195	212	233	15.
20.	71	79	89	102	122	139	154	173	185	200	216	237	20.
30.	77	84	95	108	128	145	160	179	191	206	222	243	30.
50.	83	91	100	114	134	151	166	185	197	211	227	249	50.
100.	91	98	108	121	140	158	172	191	204	218	234	255	100.

勾
配
一
萬
分
の
一

義 講 理 整 地 耕

R	n												R
	.040	.035	.030	.025	.020	.017	.015	.013	.012	.011	.010	.009	
	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
.1	11	13	16	20	26	33	39	47	52	59	67	78	.1
.15	13	16	19	23	31	39	46	56	62	69	79	91	.15
.2	15	18	21	26	35	44	51	62	68	77	87	100	.2
.3	18	24	25	31	41	50	59	71	79	88	99	114	.3
.4	20	21	28	35	46	57	66	79	88	97	109	124	.4
.6	24	28	33	41	53	65	76	90	98	109	122	139	.6
.8	27	31	37	46	59	71	83	98	107	119	133	150	.8
1.	29	34	40	49	64	77	89	104	114	126	140	158	1.
1.5	34	40	47	57	72	87	99	116	126	139	154	173	1.5
.2	38	44	51	62	79	94	107	124	135	148	164	184	2.
.3	44	50	59	71	88	104	118	136	148	161	178	198	3.
3.38	46	52	60	72	91	106	121	139	151	164	181	201	3.28
4.	49	56	64	77	95	111	126	145	156	170	187	207	4.
6.	56	63	72	85	105	122	137	156	168	182	199	220	6.
8.	61	68	78	91	111	129	144	163	175	189	206	228	8.
10.	64	72	82	96	116	134	149	169	181	195	212	234	10.
12.	68	75	86	99	120	138	153	173	185	200	217	238	1.2
16.	73	81	91	106	126	144	160	180	191	206	223	245	16.
20.	77	85	96	110	131	149	165	184	196	211	228	250	20.
30.	84	92	103	118	139	157	172	192	204	219	236	257	30.
50.	93	101	112	127	148	165	181	201	213	228	245	266	50.
75.	99	108	119	133	153	171	187	207	218	233	250	272	75.
100.	104	112	123	137	158	175	190	210	222	237	254	275	100.

勾
配
二
萬
分
の
一

義 講 理 整 地 耕

水路論
水路概説

R	n												R
	.040	.035	.030	.025	.020	.017	.015	.013	.012	.011	.010	.009	
	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
.1	13	16	19	25	34	43	50	62	69	78	89	104	.1
.15	16	19	23	29	40	50	59	71	80	90	101	116	.15
.2	18	21	25	32	44	54	65	78	87	97	110	126	.2
.3	21	24	30	37	50	62	73	87	96	107	120	138	.3
.4	23	27	33	42	55	68	79	94	104	115	129	148	.4
.6	27	31	38	47	62	75	87	103	113	126	140	157	.6
.8	30	35	42	51	67	81	93	110	121	133	143	166	.8
1.	32	37	45	55	70	85	98	115	125	138	154	172	1.
1.5	37	42	50	61	78	93	106	124	135	148	164	183	1.5
2.	40	45	54	65	83	98	112	130	141	154	170	190	2.
3.	45	51	59	71	89	105	119	138	149	162	179	199	3.
4.	48	55	63	76	94	110	124	142	154	168	184	204	4.
6.	53	60	69	81	99	116	130	149	161	175	191	211	6.
10.	59	66	75	88	107	123	138	157	168	183	199	219	10.
20.	66	73	83	96	115	131	146	164	176	190	207	227	20.
50.	57	82	91	104	123	139	154	173	184	198	215	235	50.
100.	80	87	96	108	127	143	158	177	189	203	219	239	100.

勾配二千五百分の一

義 講 理 整 地 耕

R	n												R
	.040	.035	.030	.025	.020	.017	.015	.013	.012	.011	.010	.009	
	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
.1	12	15	18	24	32	41	48	59	65	74	85	99	.1
.2	17	21	25	31	42	52	61	74	83	93	105	121	.2
.3	20	24	29	36	48	59	69	83	92	103	116	133	.3
.4	23	27	32	40	53	65	76	91	100	112	125	143	.4
.6	26	31	37	46	60	73	85	100	111	122	138	155	.6
.8	29	34	41	50	65	79	91	107	118	131	145	164	.8
1.	32	37	44	54	69	83	96	113	123	136	151	170	1.
1.5	36	42	49	60	77	91	105	122	133	146	162	181	1.5
2.	40	45	54	64	82	97	111	129	140	154	170	188	2.
3.	45	51	59	72	89	105	119	137	149	163	179	200	3.
4.	48	55	63	76	94	111	125	143	155	168	185	205	4.
6.	53	60	69	82	100	119	132	150	162	176	193	213	6.
8.	57	64	73	87	105	122	137	155	167	181	198	218	8.
10.	60	67	76	89	108	125	140	158	170	185	201	222	10.
15.	65	72	82	95	113	131	145	164	176	190	207	228	15.
20.	68	76	85	98	117	134	149	168	180	194	210	231	20.
30.	73	80	89	103	122	139	154	172	184	198	215	235	30.
50.	78	85	94	108	126	143	158	177	189	203	220	240	50.
100.	83	90	99	113	131	148	163	182	194	208	224	245	100.

勾配五千百分の一

義 講 理 整 地 耕

水路 論 概 説	R	n											R	勾 配 百 分 の 一
		.040	.035	.030	.025	.020	.017	.015	.013	.012	.011	.010	.009	
		c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
.1	14	17	21	27	36	46	54	66	74	83	95	110	.1	
.15	17	20	24	31	42	52	62	75	83	93	105	122	.15	
.2	19	22	27	34	46	57	67	81	90	100	114	130	.2	
.3	22	25	31	39	52	64	76	90	100	111	125	143	.3	
.4	24	29	35	44	57	70	82	98	107	119	133	151	.4	
.6	28	33	39	49	64	77	90	106	116	129	143	162	.6	
.8	31	35	43	53	68	82	95	112	123	135	151	170	.8	
1.	33	38	45	56	72	87	99	117	128	141	156	175	1.	
1.5	37	43	51	62	79	94	107	125	136	149	165	185	1.5	
2.	40	46	55	66	83	99	112	130	142	155	171	191	2.	
3.	45	51	59	71	89	105	119	138	149	162	179	199	3.	
3.28	46	52	60	72	91	106	121	139	151	164	181	201	3.28	
4.	48	55	63	76	93	109	123	142	154	167	184	204	4.	
6.	52	59	68	81	99	115	129	148	160	173	190	210	6.	
10.	58	65	74	86	105	121	136	154	166	180	196	217	10.	
20.	64	71	80	93	112	128	143	161	173	187	204	225	20.	
50.	71	78	87	100	119	135	150	168	181	194	210	231	50.	
100.	75	82	91	104	123	139	153	172	184	197	214	235	100.	

義 講 理 整 地 耕

R	n											R	勾 配 千 分 の 一	
		.040	.035	.030	.025	.020	.017	.015	.013	.012	.011	.010		.009
		c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
.1	14	17	21	27	36	45	54	65	73	83	94	110	.1	
.2	18	22	27	34	45	57	66	81	89	99	113	129	.2	
.3	21	25	30	39	51	63	74	89	98	109	124	141	.3	
.4	24	28	34	43	56	69	80	96	105	117	131	150	.4	
.6	27	32	39	48	63	76	88	104	115	127	142	161	.6	
.8	30	35	42	52	68	82	94	111	122	134	150	169	.8	
1.	33	38	45	56	71	86	99	116	127	139	155	175	1.	
1.5	37	43	50	62	78	93	108	124	136	149	165	184	1.5	
2.	40	46	54	66	83	98	112	130	142	155	171	191	2.	
3.	45	51	59	71	89	105	119	138	149	163	179	199	3.	
4.	48	54	63	75	93	110	124	142	154	168	184	204	4.	
6.	52	59	68	81	99	116	130	149	160	174	190	211	6.	
10.	58	65	74	87	105	122	136	155	167	181	197	218	10.	
20.	65	72	81	94	113	129	144	163	175	188	205	225	20.	
50.	72	79	89	101	120	137	151	170	182	196	212	232	50.	
100.	77	85	94	105	124	141	155	174	186	200	216	236	100.	

上表の利用法を説明せんに、勾配J、動水平均深R及nの價を知りてCを見出さんには、先づ與へられたる勾配に對する表につきて、その第一欄Rの價及上欄nの價に相當なるCを検出するを得べし。

第二節 水路流量の直接測定

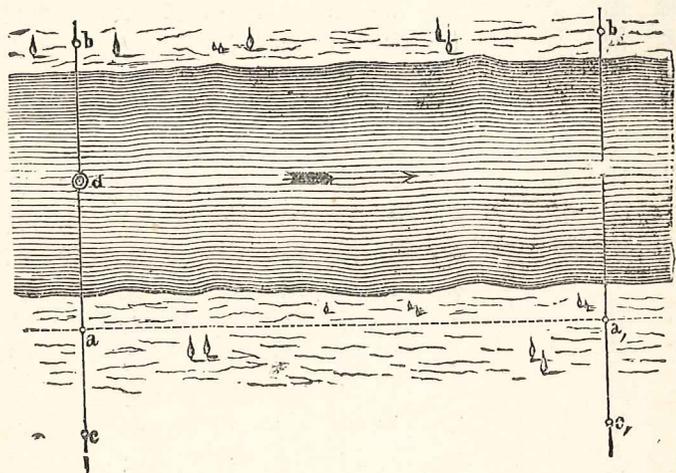
前節に述べたるが如く、水路内の水の速度は公式上これを求め得へぐ、従つて断面をこれに乗じて流量を算することを得べきも、また往々水路内に於ける水量を實測するの要あることあり、水路流量の直接測定法は、速度の實測と流水断面の實測とより成る。

一、浮子による測定法

速度の測定には流速器なるものを用ゆること多し、されど吾人の目的に對しては浮標若しくは浮子を以てするを以て十分なりとす、浮子にも種々あれども、最も簡單なる單浮子にて、可なり精確なる數を得べし。

單浮子は別に特定のものあらず、唯認識し易くして水中に没せず、かつ餘りに多く

圖 二 第



水上に現はれざるものたるを要す、木片或は圓盤或は玻璃瓶の如き皆用ゆるを得べし、されど最も適當なるは、直徑四吋乃至十吋の内空錘力の球なりとす、これを以て流速を測るには、靜穩風なきの日を撰び、水路の規則正しき部分に於て中央部にこれを流すこと第二圖の如くすべし、その流す距離は浮子が凡そ二三分間流れ得る距離即ち普通の水流にては三十間乃至六十間位とす、この距離を浮子が流るゝに要する時間を數回反復測定し、その平均數を取るべし、然るときは、

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

Lは浮子を流したる距離
Tは要したる時間(秒數)

なる式によりて表面最大速度を知るを得べし、この表面速は平均速度より大なる

ものにして、平均速度は凡そその六〇乃至九〇%に當る、されど普通規則正しき水路にありては、八五%に相當するものなり、故に

$$V = 0.85V'$$

によりて平均速度を求むるを得べし。

流水断面は正しき形を有する水路にありては、計算上これを見出すこと容易なるも、多くの場合に於ては實測を必要とす、これが實測には、流水を横斷して綱索を張り、これにより流水の幅を適宜の數に等分し、各部の平均深さを測るべし、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、流水の斷面積を得べし。かくの如くして平均流速を知り、斷面積を得ば、その相乗積は流量を現はすものなり、但し一秒に對する立方尺數にて示すを便とす。

二、堰測定法

左程大ならざる水路にありては、堰測定法により直接に流量を測定すること最も簡便にして、且可なり精確の結果を得るものなり。

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三圖

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 は第三圖の如く堰板の少しく上に於て測れる水頭なるも、略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所の速力即ち九、八一米若くは三二、二呎なり。されば理論上溢流量 Q は左式の如くなるべし。

$$Q = bhV = \frac{2}{3}bh\sqrt{2gh} = \frac{2}{3}\sqrt{2g}bh^{\frac{3}{2}}$$

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、實際上の溢流量は上式の如くなる能はずして、その價に或る係數を乗じたるものに等し。即ち

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

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)

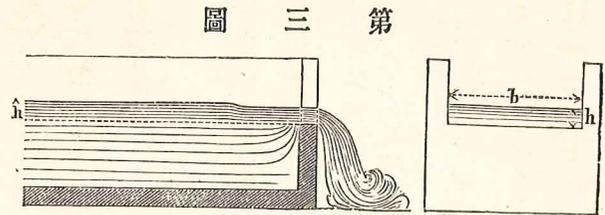


圖 三 第

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

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

三四

此の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、然らざる場合にも實用上可なり精確の價を得可し、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。

收縮一側に起る場合 $Q = 3.33 \left(b - \frac{h}{5} \right) h^{\frac{3}{2}}$

收縮兩側に起る場合 $Q = 3.33 \left(b - \frac{h}{10} \right) h^{\frac{3}{2}}$

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、多くはその上流に多少の流速あり、その溢流量は静水池の時に比し多きものなりと雖も、その量僅かに一乃至二%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面は、下流の方面に斜に削りて銳縁となすべし、然らざれば摩擦の抵抗大なり。此水を溢流せしめてその量を測るの法は、幾多水量測定法中最も簡單にして、且つ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。

三、射出水孔による測定法

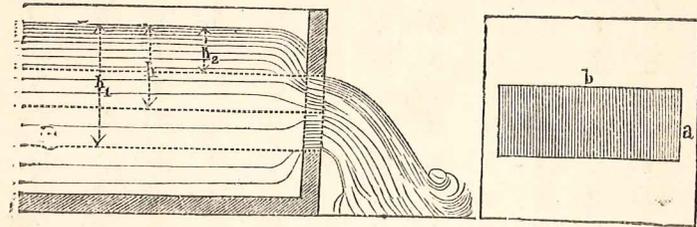
堰板の中部に直立截口を穿ち、水流を横ぎりてこの堰板を置けば、また水路の流量を知ることを得べし、第四圖はその狀を示すものにして、射出する水の速度及其の流量は理論上左式の如し。

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

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

式中 h は水壓の働ける高乃ち水頭(head)を示すものにして、水の外側に停滞するなき時は、水面より射出口の中心に至るの距離 $\frac{1}{2} + \frac{h}{2}$ に當り、外側に於ける水位射出口の中心上にある時は、内外水位の差を云ふ、而して A は射出口の面積(×)を示すものなり。

圖 四 第



理論上の射出速力及其その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、 Q の價は常に左式の如く計算するものなり。

矩形水孔に向ては

$$Q = C \frac{2}{3} b \sqrt{2g} \left(h_1^{\frac{3}{2}} - h_2^{\frac{3}{2}} \right)$$

三角水孔に向ては

$$Q = C \frac{4}{15} b h \sqrt{2g} h$$

但し b は水面幅、 h は水孔の底即角頭の水頭、
圓形水孔に向ては

$$Q = C \pi r^2 \sqrt{2g} h \left(1 - \frac{1}{32} \frac{r^2}{h^2} \right)$$

C の價は孔口の性質によりて異なるも、堰板に於ける直立截孔の鋭縁なるものによりては、普通 0.61 を用ふ。

第三節 水路の横断面

水路の構成上横断面を如何にすべきやは、重大なる問題にして、若し横断面其の土地に適應ならざる時は、兩岸の崩解を來し、或は摩擦を大にして、水の運動を妨げ、或は土砂の沈澱甚だしく、浚渫の勞を大にする等の失あり。

水路の形狀を經濟的に論せば、その水路内に於ける水の流動に對する抵抗が最小なるを良とす、何となれば、その抵抗大ならんか、一定の水量を一定時間に通過せしむる爲めに大なる断面を與へざる可からず、而してこの抵抗を最小ならしむるは、水路の水に接する邊長(濡潤周界)の断面に對する比を最小ならしむるにあり、即ち R の價を最大ならしむるにあり、故に單に理論上より云へば、半圓形は水路の断面として最も適當なるものと云ふべし、此に次では正多角形の半部に於て、その角數多き程利あり、例へば十二角形、十角形、八角形、六角形の半部の如き是なり、然れども斯の如きは實際上構成すること多くの場合に困難なるを以て、實地に應用し得可き形狀を求めざるべからず、實地に應用すべき形狀中最も經濟的なるものは矩形

にして、深さ底邊の二分の一なるものとす、この形も水路小にして土壤粘重なる場合か、或は護岸工事を施すにあらざれば採用し得べきにあらず、而して矩形に次ぎ有益なるは梯形なり、梯形は普通の場合に之を用ふるを得べく、單に水路を構成する材料の性質によりて側邊の勾配を異にすべきのみ、而してこの勾配は材料に應じて適當ならざれば、兩岸の崩壊を免れ難し、次に示す所のものは、土質に應じて底邊と側邊とのなす可き安全勾配角なり。

土 質	角 度	餘 切
濕潤なる砂	二四	二、二四
濕潤なる園土	二七	一、九六
乾きたる砂	三二	一、六〇
硃砂及小礫	三六	一、三七
壤 土	四〇	一、一九
粘 土	四五	一、〇〇
重粘土	五五	〇、七〇

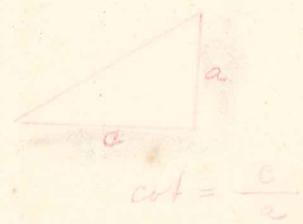
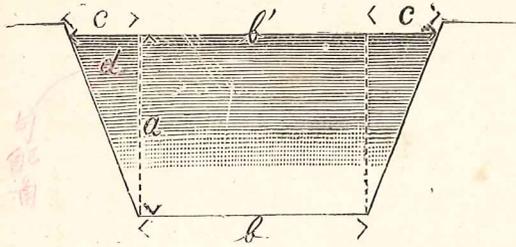


圖 五 第



此勾配は角の「コタンセント」(餘切)即ち \cot を以て示す、我國にて一割法と云ふは其の價一なるを云ひ、二割法とは其の價二なるものを云ふ。土性に應じ與へ得べき安全なる側面勾配は上表の如きも、普通深さ十尺以上の大水路の横斷面に用ふる實際的内法は凡そ左の如し。

- 粘土 一割乃至一割三分の一
- 壤土 一割三分の一乃至一割半
- 砂土 一割半乃至二割

今更に梯形斷面に就て各部の關係的價を示さん、に、底巾を b とし、上巾を b' とし、深さを a とし、勾配角を d とし、斷面積を F とする時は、常に次式の如き關係あり。

$$F = a(b+c) = a(b+acotd)$$

$$b = \frac{F}{a} - acotd$$

$$b' = \frac{F}{a} + acotd$$

水路論 水路概説

即ちかくの如く相互間に計算するを得べし。
 大なる水路の法は上に示せし如くなるも、深さ十尺以内の水路にては更に急法を
 與ふることを得而して最小水路に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解の憂あること稀なり、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ひることを得、故に實際用ふ
 べき水路の側面勾配は、土性と水路の大きとによりて異なるべきものなり。
 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、動水平均深を大にし、
 水の運動を容易ならしめ、以て横断面積を減ずるを以て第一の要件とし、更らに實
 地に臨みて幾多の事情を斟酌し、断面形狀を決定すべきものなり。

第四節 水路の勾配

水路の縦断面なるものは、その勾配の急なるを一般に貴ぶと雖も、そは各土性に應
 じて限度あるものにして、勾配急ならんか、同一流量に對して斷面積を減ずるの利
 あれども、往々水路の形狀を保持する事能はずして、水路を構成する土砂の崩壊す

るあるを免れず。
 元來流速なるものは、水路底面の傾斜即ち勾配の大小と、密接の關係を有するもの
 にして、勾配急なれば常に流速大に、水の破壊力大なり、而して土壤は其種類により
 て水の侵蝕作用に耐ふる力を異にす、故に土性不相當に大なる流速を水路に與へ
 んには、必ず護岸工を施さざるべからず、而して各土性に對して安全なる流速は凡
 そ左の如し、各一秒時間。

	表面速	平均速	底速
細微土	〇、一五 _米	〇、一 _米	〇、〇八 _米
埴土	〇、三〇	〇、二三	〇、一六
砂土	〇、六〇	〇、四六	〇、三一
硃砂土	一、一二	〇、九六	〇、七〇
礫土	一、五二	一、二三	〇、九四
礫及碎石	二、二二	一、八六	一、四九
切石	二、七五	二、二七	一、八二

水路論 水路概説

而して更に水中に存在する浮遊物の性質如何が流速に影響するあり、蓋し浮遊物の水路内に於ける沈澱は大に避くべき事にして、浮遊物の性質によりて其沈澱を妨ぐべき水の速力異なるものあればなり、水の浮遊物運搬力なるものは流速によりて大小あるものにして、従來の經驗によれば、水の運搬し得る浮遊物の直径は、流速の自乗に正比例するものとせり、即ち細微土の如きは毎秒〇、二五米の流速にてその沈澱を妨げ、砂土にありては〇、四五米の流速を要すと云ふ。

以上述べたるが如く、水路内の流速は土質によりて制限せらるゝと同時に、水中浮遊物の性質によりても又左右せらるゝものなり、而して水路の崩壊を防止する方面より考へなば、流速は常に小なるを安全とし、土砂の沈澱を防ぐる側より論せば、流速大なるを利とす、更に經濟的方面より見れば、水路の流速は大なるに利あり、而して水路の流速は其勾配によりて主として變すべきものなれば、水路の勾配は土性の許す限り急なるを以て一般に利益なりとす、勿論流速は水路の勾配のみならず、断面形状、其構成材料等によりて異なるものなれば、断面形状及水路内面の状態

岩石

四、二七

三、七〇

三、一六

四二

を論せず、單に土性に應じて與ふべき勾配を決定すること能はざるも、現今一般に採用せらるゝ土性に應じたる水路勾配を示せば左の如し。

細微土	十萬分の十六
埴土	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
重粘土	十萬分の五百七十

水路の勾配斯の如く土質によりて制限せらるゝと雖も、その限度内に於て可及的急勾配を取るの要は、斷面積を減ずるのみならず、水の荷ひ來る浮遊物を運搬し去り、従ふてその沈積を免かれ、且つ蒸發滲透によりて損失する水量を少からしむるの利益あればなり。

又實際に當り水路の勾配を定むるには、土地の自然の勾配を考察せざるべからず、而して可及的その一般勾配と一致せしめ、以て土工費を減ずるの道を取る事肝要なり、若し土地甚だしく傾斜し、これと一致せしむる時は、流速大となり、水路の保持

し難き等の時には、所々に階段を附し、瀧を設け、以て全體の勾配をして緩ならしむるを要す。

四四

以上説述せし外、尙水路勾配につき考察すべきは、常に整一なる勾配を與ふる事なり、一個の水路に勾配を屢々變ずるは、水路に悪性を與ふるものなり、然れども本より末に至るまで悉く同一なるは不利にして、末に至るに従ひ其の流速を漸く加ふる様勾配を與へざるべからず、例せば灌漑溝にて本溝は支溝より緩にして、排水溝にありては主溝は支溝より流速を大ならしむるが如き是なり、斯の如きは土砂の沈澱を妨ぐ上に大切なる事にして、土砂沈澱せんか、保存費は増加し、浚渫の勞を増すのみならず、貴重なる養分を耕地に致す能はざるの損失あり、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事を第一の要義となし、以て幾多の利益を享受すべき様築造せざるべからず。

第五節 水路の計算

耕地整理に當りては、水路の大きさを定むること必要なり、若し過大の水路を設けな

ば、貴重なる耕地を多く失ふの損あるのみならず、水路の掘鑿または築堤等土工の費を大にするの損あり、これに反して水路過小なるときは、所要の水量を流過せしむる能はずして、用水は普及せず、悪水は長く停滯するの患あり、これ故に水路に關する計算は、これを嚴密にして、毫も遺算なからしむること、耕地整理上肝要の事たるのみならず、實に耕地整理の一大目的なり、從來耕地整理を設計するもの、多くはこの事に意を用ゆるなく、從來の慣例に従ふか、または無意味に水路の断面を決定し、以て得たりとなす、而してその間多大の損失を包藏するを知らず、また慨すべきなり、今幾多の場合を設けて、水路断面、勾配等の決定法を説明せん。

一、最有益の断面計算法

摩擦の最小なる断面形状は、水路の断面として最有益なるや論なし、何となれば、摩擦小なれば、一定の断面積及勾配に對して最大量の水を流過し得べければなり、換言すれば、動水平均深R最大なれば、小なる水路にて大なる水量を流し得べく、従ふて水路の爲めに費やす地積少なく、水路工事に要する費小なるの利あり、而して水路はこれを設くべき土地の性質によりて、その内法を定むることを得、即

ち内法は土性に従ふべきものにして、土性に従ふ實際的法は水路の横断面の部に述べたるが如し、故に一定の内勾配に對し、深さと幅、また斷面積とは如何なる關係を有するとき、最有益の斷面なりやを知ると必要なり、これに關してはワイスバッハ氏數理的研究によりて斷定せるあり、氏の得たる式は a を深とし b を底幅とし、 F を斷面積とし、 θ を勾配角とすれば、左の如し。

$$a = \sqrt{\frac{F \sin \theta}{2 \cos \theta}}; \quad b = \frac{F}{a} - a \cot \theta;$$

$$\frac{a}{b} = \frac{1}{2} \cot \frac{\theta}{2}$$

此等の關係より計算して左の表を得べし。

内法 $\cot \theta$	勾配角
0	90°
0.577	60°
1.000	45°
1.192	40°
1.333	36°52'
1.428	35°
1.732	30°
2.000	26°34'
—	半圓

例一、勾配角、平均流速、毎秒の流量を知りて最有益の斷面形狀を求むる法。

$\frac{P}{F}$ 斷面積と潤周との比	水面幅 b	側邊長 $a \cot \theta$	底幅 b	深 a
$\frac{2.828}{\sqrt{F}}$	$1.414 \sqrt{F}$	0	$1.14 \sqrt{F}$	$0.707 \sqrt{F}$
$\frac{2.632}{\sqrt{F}}$	$1.755 \sqrt{F}$	$0.439 \sqrt{F}$	$0.877 \sqrt{F}$	$0.760 \sqrt{F}$
$\frac{2.704}{\sqrt{F}}$	$2.092 \sqrt{F}$	$0.740 \sqrt{F}$	$0.613 \sqrt{F}$	$0.740 \sqrt{F}$
$\frac{2.771}{\sqrt{F}}$	$2.246 \sqrt{F}$	$6.860 \sqrt{F}$	$0.525 \sqrt{F}$	$0.722 \sqrt{F}$
$\frac{2.828}{\sqrt{F}}$	$2.357 \sqrt{F}$	$0.943 \sqrt{F}$	$0.471 \sqrt{F}$	$0.707 \sqrt{F}$
$\frac{2.870}{\sqrt{F}}$	$2.430 \sqrt{F}$	$0.995 \sqrt{F}$	$0.439 \sqrt{F}$	$0.697 \sqrt{F}$
$\frac{3.012}{\sqrt{F}}$	$2.656 \sqrt{F}$	$1.150 \sqrt{F}$	$0.356 \sqrt{F}$	$0.664 \sqrt{F}$
$\frac{3.144}{\sqrt{F}}$	$2.844 \sqrt{F}$	$1.272 \sqrt{F}$	$0.300 \sqrt{F}$	$0.636 \sqrt{F}$
$\frac{2.507}{\sqrt{F}}$	$1.596 \sqrt{F}$	—	—	$0.798 \sqrt{F}$

今假りに勾配角四十度、平均速三尺にして、一秒間に十立方尺を流し得る最有益の水路断面形状は、上表により左の如く求め得べし。

四八

$$Q = F \cdot V$$

$$\therefore F = \frac{Q}{V} = \frac{10}{3} = 3.33 \text{ 平方尺}$$

$$a = 0.722 \sqrt{3.33} = 1.317 \text{ 尺}$$

$$b = 0.525 \sqrt{3.33} = 0.96 \text{ 尺}$$

$$b' = 2.246 \sqrt{3.33} = 4.10$$

例二、断面積と勾配角とを知りて、最有益の断面各部の大きさを知る法。

今断面積を五平方尺とし、勾配角を三十五度とせば、上表より左の如く求め得べし。

$$a = 0.697 \sqrt{5} = 1.559 \text{ 尺}$$

$$b = 0.439 \sqrt{5} = 0.982$$

$$b' = 2.430 \sqrt{5} = 5.432$$

例三、勾配角または内法、勾配及流量を知りて、最有益の断面を求むる法。

此場合は實地上最要なるものにして、土質によりて内法は定まり、勾配は地勢によりて定むるを得べく、灌漑反別または排水區域定まらば、用水量また排水量は自然に決するを得べし、故に此三者は如何なる場合にも易く決するを得るものにして、これのみによりて最有益の断面を算するは、最も必要のことなり。

今土壤中庸に、従つて内法を一・三三とし、勾配は地勢により千分の一とし、毎秒流過せしむべき水量を十立方尺とするときは、最有益なる水路断面如何。

$$\frac{a}{b} = \frac{0.707 \sqrt{F}}{0.471 \sqrt{F}} = 1.5 \quad \therefore a = 1.5b$$

表より $F = \frac{1}{(0.471)^2} b^2 = 4.49b^2$

同じく $P = \frac{2.828F}{\sqrt{F}} = 2.828 \sqrt{4.49} b = 6b$ (略)

$$R = \frac{F}{P} = \frac{4.49b^2}{6b} = 0.75b$$

$$V = \frac{Q}{F} = \frac{10}{4.5b^2} = C \sqrt{R \cdot J} = C \sqrt{0.75b \times 0.001} = 0.0274C \sqrt{b}$$

$$\frac{1}{b^2\sqrt{b}} = 0.0123C$$

今 $b=1$ と假定すれば

$$R=0.75 \quad \text{クッター氏の表より } C=51$$

$$\therefore \frac{1}{b^2\sqrt{b}} = 1 \quad 0.0123C = 0.627 \text{ となる}$$

b の假定正しければ兩者の價一致せざるべからず
この價一致せざるは b の假定誤れるなり
更に $b=1.2$ 尺と假定すれば

$$R=9 \quad C=54$$

$$\frac{1}{b^2\sqrt{b}} = .634 \quad 0.123C = .6642$$

されば b は尙 1.2 尺より小なるべきを知る
次に $b=1.18$ とすれば

$$R=.885 \quad c=54$$

$$\frac{1}{b^2\sqrt{b}} = .664 \quad 0.0123 \times 54 = .6642$$

始めて兩價一致すれば b の假定正しきを知る。

然るときは $a=1.56=1.77$ 尺

$$b'=1.18 + 2 \times 1.77 \times 1.33 = 6$$

此くの如くして、土質と土地の一般勾配とを知るのみにて、一定の地を灌漑し、または排水するに要する最有益の水路断面を算出し得べし。

二、水路の断面形状を最有益なるものと

規定せざる時の算法

水路最有益の断面は上の如く求むるを得べしと雖も、實際に當りては、水路にかくの如き形状を與へ得難き場合あるは、已に述べたるが如し、然るときは R の價を任意に定むるか、或は速度を豫定するか、の必要あり、即ち摩擦に於て失ふ處あるも、他の事情より然かするを利とする場合には、この計算法を取ることあり、この計算には前に掲げるクッター氏の表を用ゆるなり、今場合を分ちて算法を説明せん。

例一、勾配動水平均深及 C 或は速度を定めて、如何なる性質の水路を採るべきやを決定する法。

此場合には先づ

$$C = \frac{V}{\sqrt{R \cdot J}}$$

によりてCを求め、定められたる勾配に屬する表につき、與へられたるRを見出し、その横條内に於て與へられたるか、または算出せられたるCを求め、これに相當のnの價を表中に檢すべし、nの價を知らば、採るべき水路の性質は前に示したるところによりて知るを得べし。

例二、勾配、水路の性質(從ふてn)、所要の速度を知りてRの價を求むる法。

先づRの價を自ら假定し置き、已知勾配の表につきて、n及假定Rに相當するCを檢出すべし、然るときは左式により速度を算するを得。

$$V = C(\text{表より檢出したる}) \times \sqrt{\text{假定} R \times J}$$

若しこのVの價にして豫定の速度に等しきか、或は近似の數を得ば、假定Rの正しきものたりしなり、若し不幸にして大に異なるあらば、Rを更に假定し、同一手數を反覆し、式上求めたるVの豫定速度と一致する迄、試ひべし、以てRの價を求むべきなり。

例三、水路の形及各部の大きさ、平均速度を定めて、必要なる勾配を求むる法。

先づA及Pを算し、

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

によりてRを求め、而して所要勾配を假定し、その表につきてR及nに相當するCを求めよ、若しRの價にして三、二八呎即ち一米なるときは、Cの價は勾配によりて變ずるものにあらざるを以て、表によりて檢出したるCの價は常に正しく、勾配は左式によりて直に求むるを得べし。

$$J = \left(\frac{V}{C \times \sqrt{R}} \right)^2$$

されど若しRの價三、二八呎ならざるときは、

$$V = C(\text{表より檢出}) \times \sqrt{R \cdot J}$$

によりVを求め、その價、與へられたる平均速度と同じきか、或は近似の數なるときは、假定勾配の正しきを知る、然らざれば更に勾配の假定を變じ、Vが與へられたる平均速度に等しくなるに至りて、始めて求むる勾配を知るを得るなり。

例四、水路の勾配、内法及流量を定めて、水路断面各部の大きさを算する法。

この問題を解くには、先づ與へられたる流量と勾配より断面を假想し、自らその

目的に適當なりと信ずる水路形状を圖し、これよりRを算出し、表よりC、従ふて流量を求め、断面を乗じ、以てその流量が所要の流量に相當するや否やを検し、數回反覆兩者相一致するに至りて、始めて假定断面の正しきを知るなり。
 今内法を一割とし、勾配を千分の一とし、一秒間に四立方尺を流すべき水路断面を求めんに、假りに水路の底幅は深の二倍にするを可とする場合を考へ、底幅二

尺と豫想せば、

$$P = 2 + 2\sqrt{1+1} = 4.828$$

$$F = 3 \times 1 = 3$$

$$R = \frac{3}{4.828} = .62$$

nを0.25とし表よりCを求むれば

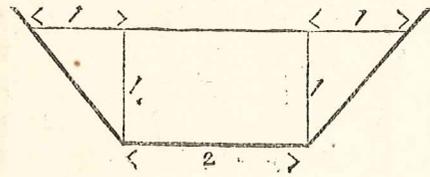
$$C = 48$$

$$V = C\sqrt{R} = 48\sqrt{.62 \times 0.001} = 1.4$$

$$Q = 1.4 \times 3 = 4.2 \text{ 立方尺}$$

即ち假定断面の略目的に一致するを見る、されば設題の場合には圖の如き断面にて可なるを知る。

圖 六 第



此計算法は水路の断面を決定するに一般に用ひらるゝところなり。

第六節 水路の方向

水路は常に眞直なるを以て一般に利なりとす、迂曲の水路が幾多の損害を與ふることは、既に我國現時の水路に於て當業者の常に感ずる所たらずんば、あらす、今眞直水路が與ふる主たる利益を擧ぐれば左の如し。

(一) 長さを減ず、二點間の最短距離が一直線たることは、幾何學上明に證するを得るところなり、故に迂曲の水路は、二個の特定位置を結付くるに直線水路に比し長さを増さざるべからず、長さを増せば、水路の爲めに費やさるゝ地積大なり、水路敷地の大なるは、耕作面積を削減する所以たるなり、水路敷地反別は、水路の幅(堤も合せたる)に延長を乗じたるものなるを以て、長さに正比例してこれを増すものなり、されば水路の迂曲は可成これを避くべきものたるべし。

(二) 横斷面積を減ず、眞直なる水路は水路の延長を減ずるのみならず、その斷面積をも減ずるの利あり、距離小なれば水路に與へ得べき勾配急なり、勾配急なれば水

の速度大なり、速度大なれば一定量の水を一定時間内に流かすに要する水路断面小なるを得べし。

今二點間の高低差を一尺とし、距離を百間とし、二點間の迂曲水路の延長を百二十間とするときは、

$$\text{眞直水路の勾配} \frac{1}{100 \times 6} = \frac{1}{600}$$

$$\text{迂曲水路の勾配} \frac{1}{120 \times 6} = \frac{1}{720}$$

(但し土地の勾配に従ふて水路勾配を定むるものと假定す)

而して $V = C \sqrt{R \cdot J}$ なるを以て、眞直水路に於て水の速度大なる明かなり、また流量は、

$$Q = F \cdot V$$

なるを以て、 Q を一定量とすれば、 V を増すに従ふて F なる断面積を減ずるを得べし。

断面積小なれば土工の費小なり、また水路の幅を減ずるを得るを以て、水路敷地反

別を小にし、耕作面積を加ふるを得べし。

(三) 土砂の沈澱を減ず、水路内に於ける土砂の沈澱は、最も厭ふべきところなり、土砂沈澱すれば水路の横断面積を減ず、従ふて流量制限せらるゝ故に、土砂の沈澱は水路維持上必要なる浚渫の費を増すものなり。殊に用水路にありては泥土が水路内に沈澱することなくして、耕地に運込まること必要なり、蓋し依りて以て土地は養分を得べければなり、而して迂曲水路は水の速力小なるが故に、自然土砂の沈澱多し、これ水の土砂運搬力は流速と共に加はるものなればなり、加之、迂曲水路は水路内各部の流速に著しく不等を來たすものなるを以て、更に土砂の沈澱を促がすこと大なり、要するに土砂の水路内に於ける沈澱は幾多の損失あり、而してこの沈澱は迂曲水路に多く、眞直水路に少なきものなれば、眞直水路はこの點に於てまた少なからぬ利益を見る。

(四) 沿岸の崩壊を減ず、上に述べたる如く、迂曲の水路は流速断面各部に於て大なる不同あるものなれば、堤塘を侵蝕し、或は破壊するの患大なり、換言すれば堤塘に與ふる損害甚だ不規律にして、或部分に特に著しく破壊することあり、眞直水路は

水力が堤塘の各部平等に働き崩壊を致すこと少なしとす。

(五) 蒸發滲透に因る水の損失を減ず、水面大なれば蒸發多く、水路の底大なれば滲透量多し、即ち蒸發量及滲透量は水路の幅及延長に正比例するものにして、迂曲水路は眞直水路に比し幅及延長の大なるは前に述べたるが如し、故に眞直水路は蒸發及滲透に因る水の損失を減ずるを得べし、この水の損失は可成小にするを水路の經濟となすを以て、眞直水路のこの點に於ける利益小なりとせず。

(六) 區劃の形狀配置の上に利あり、水路迂曲すれば、區劃の形狀従ふて不規則となり、配置また正しきを得ざるは言を待たず、故に眞直水路は迂曲水路に比し、この點にも利益あり。

眞直水路はかくの如く幾多の利益を有す、されば一般に水路の方向は眞直にするを利なりとす、されど實際に當りては時に眞直の方向を採用し難きことあり、例へば、

- (一) 土地に高低凸凹著しく且不正なる場合
- (二) 流速を減せんと欲する場合

(三) 用水の配布または惡水の集聚の必要より來る場合

(四) 從來既に水路ある場合

等の如し、用水路はその支配すべき最高部位に置くべきもの、即ち水界線に沿ふて置くを利とし、惡水路は最低部位即ち自然惡水の集聚すべき位地に置くべきものなれば、土地に高低あり、凸凹不正なるが如き場合に、眞直の水路を設くるは、返て水利の便を害するの損あるのみならず、土工の費を大にするの失あり、故にかくの如きときは寧ろ曲線水路を設くるを可とす、或は土地の勾配急にして、直線水路を設くるときは水の速度過大なるの恐れあるとき、或はその他の事情の爲めに流速を小にするの必要あることあり、この場合にも往々曲線水路を用ゆるの利あり、用水の配布また惡水の集聚上の必要によりて直線方向を探り難き場合は、實際多く見る所なり、また從來既に設けられたる水路ある場合即ち我耕地整理の多くの場合に於て、徹頭徹尾直線的水路を設けんと欲するが如きは、寧ろ無謀のことたり、我國の現狀に於て、屢々見る極端なる迂曲水路は別問題とし、僅かに屈曲せる水路もこれを悉く眞直に矯めんとするは、今日の耕地整理設計に多く見る所なり、これ單

六に、且土工費も大なるを以て、多く用ふべきものにあらず、一部掘鑿、一部築堤より成るものは、土工上最も有益なる形にして、實際多くの水路は此種に屬するものなり、その内堀取の土量と築堤の土量と相平衡するものは、掘取りたる土を兩側に積めば直ちに望むところの水路を得るを以て、最小の費を以て水路を構成し得べし。水路は堤塘を築くとき、その高さ、頂幅、馬踏、側面勾配等は水路の種類、その大きさに依りて異なるものにして、概論すべからず、今その大略を示せば左の如し。

最高水面上の高

頂 幅

法

底幅一間以上の水路

二尺

四尺乃至十尺

一割乃至二割

一間以下二尺以上の水路

五寸乃至二尺

二尺乃至四尺

五分乃至一割五分

二尺以下の水路

〇乃至五寸

一尺以内

〇乃至一割

水路は多く一方に於て道路に沿ふを以て、その際には一方の堤頂幅は道路の幅を以て定まるものなり、また最小階級の水路は畦畔が直ちに水路の堤たること多きものなれば、また畦畔によりてその大きき定まるものなり、また法は水に接する法、即ち内法を外側即ち外法より稍緩にするを以て、堤塘維持上の利益なりとす。

第八節 水路の吸水量

水路内を流過する水は、一部その面より空中に蒸發し去り、一部また底面より地下に滲透す、故に水路内の水はその他にこれを分水することなきも、上流より下流に至るに従ふてその量を減ずるものなり、例へば水源より毎秒十立方尺の割合を以て水路に水と與ふるも、水路の下流に於ては、その流量一秒間に十立方尺たる能はざるなり、この減量即ち蒸發及滲透に因る水の損失量は、各別にこれを示すこと困難なり、故に普通合稱して吸水量と云ひ、全損失量を示す。

此吸水量は水路の大なるに従ひ、その延長を増すに従ひ加はるものなり、また新しき水路は舊き水路より多きを常とす、或は粘重なる土性には少なく、輕鬆なる土地に多きものなり、されは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%に達するあり、されど普通土性粘重なるか、或は古き水路にては二〇%以上の吸水量を見ること稀なり、我國の農用水路は一般にその延長大ならざるが故に、全損失量一〇乃至二〇%と異算すると得べし。

新しき水路にして底面透水性土壤より成るときは、吸水量の甚大なる上に説くが如し、かくの如き場合に人工を以て損失量を制する法を行ふ、そは外國に於て往々行ふ處にして、水路の上流に植土を投じ、水の荷ひ去り、各部略平等にこれを底面に沈澱せしむるに任するなり、然るときは吸水量大なる水路も速かにその性を變し、水の損失甚た少なきに至るべし、我國に於て下層土砂礫より成る地の耕地整理の際、水路の變更は漏水を大にすと云ふを以て、その實施を躊躇するものあり、若し實にその損失大なるときは、この法を以て容易に水路の性質を改良するを得べし。如何に良性の水路も多少の吸水量なきはあらざるを以て、用水路の計畫に當りては必ずこの損失量を見積り、以て水量を豊かにし、水路を大にせざるべからず。

第二章 用水路

第一節 用水量

一、用水量の表示法

用水量は水の或量と、依りて以て灌漑せらるる耕地面積との比を以て現すを法と

す、此法を示すに先ち水量の單位につきて述べべし。

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、今實際的に此の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 cubic foot per second (秒呎即ち一秒に對し一立方呎)。

佛獨 Second-litre or 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。

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

佛獨 Meter or Hecker-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)。

一「エークル」ハ一カ平方米突ナリ又一立方米突ハ千「リートル」ナリ

日本 尺或は町尺即ち一町に一尺の水深を與ふる水量。

前法は流水量、水路断面樋管の計算等設計上に用ふるに便にして、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、而して時間に対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」數を算し、佛獨は毎秒一「ヘクタール」に對する「リートル」數を算す、即ち一は水量を變せ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」數を以て現すものなり、我國にては佛獨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その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が故に、任意の灌溉面積に應用することを得べし、今その表示法の實際を左に掲げん。

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「ヘクタール」に對し要する「リートル」數)。

日本 一町一秒に對する立方尺數。

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

日本 英法に従へば一町尺の水とその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數

F 一英反の平方呎數とすれば

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

となる今實例を擧げ詳説すべし

例題 水稻あり、全生育期間に「エーカー」の灌溉量、三英反呎なり、今灌溉日數を

百二十日とすれば、一秒呎の水が灌漑し得る「エーカー」數如何。

$$S = 86400 \text{秒} \quad F = 43560 \text{平方呎}$$

$$I = \frac{3 \times 43560}{120 \times 86400} = 80 \quad \text{即ち} \quad \text{Duty per sec. ft.} = 80$$

佛法の改算式

D 一秒「ヘクタール」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 「ヘクタール」の平方尺數

とせば、

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

例 前題の水稲全生育期間に「ヘクタール」の灌漑量水深一米とし、灌漑日數

即ちBを百二十日とすれば、一秒「ヘクタール」に對する「リートル」數如何。

$$\text{一ヘクタール} M = 10000 \text{平方尺} \quad \text{一立方尺} C = 1000 \text{リートル}$$

$$D = \frac{1000 \times 10000}{120 \times 86400} = 1 \text{ (秒)} \quad \text{即ち} \quad 1 \text{ Litre per sec. \& sec.}$$

となるを見る。

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

とすれば、

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

例 前題の水稲全生育期間一町に要する水深四尺とし、その灌漑日數を百二十日とすれば、一秒一町に對する立方尺數如何。

$$D = \frac{4 \times 108000}{120 \times 86400} = 0.042 \quad \text{即ち} \quad 0.042 \text{ 平方尺/秒}$$

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爲すことを得。

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事あり、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

水路論 用水路

一石 = 6.4827 立方尺 六九

數に改め、之を全生育期の秒數を以て除するにあり。

二、用水量の算定

我が農業に於ける主腦は稻作なり、從て用水量の決定如何は重要なる問題たるに係らず、從來この種に關する研究に乏しきは、余輩の常に遺憾とする所なり、灌溉水なくして稻作成らざるは言を俟たざる所なりとすれば、稻作の根源たる灌溉問題は我が農業刷新上の重要因子たらざるべからず、即ち稻作上に於ける品種の改良と云ひ、肥培の改良と云ふが如きは、本問題を解決したる後に論すべきものなるに、世人多くはその本を究めずして、枝葉を論ずるを見る、余輩その可なるを知らざるなり、而して灌溉の事を論せんと欲せば、先づ本事業中重要なる水量如何を知らざるべからず、水量決定せざらんか、何を以て水路の開鑿を議し、水源の適否を論じ灌漑の面積を定むるを得んや、されば耕地整理事業を起すに當りては、用水量に就きて深く攻究する處なかるべからず、然らずんば適當の設計立つ能はざるなり、故に今暫くこれに就て説く所あらんとす。

用水量の測定上實地に就て直接に觀測決定する法と、直接に測定することなく單

に學理的にこれを斷ずるものとの二法あり、前者はこれを直接の測定と稱し、多くの年月と少なからざる費用を要すれども、精確の上もなし、後者はこれを間接の測定と稱し、學理的に論斷する方法にして、手數と費用を要する事少なく、且測定者の智識高きに於ては甚だ正確なる結果を得べし、故に今日多くの場合にありては間接測定を取るを以て便利なりとす。

用水量は氣候土性を異にするによりて異ならするべからず、從て各地に於ける用水量同じからざるは疑ひなし、然るに從來輕卒なる輩或は外國の例を取り來りて、漫然我が國に應用せんとするあり、誤謬も實に甚だしきものにして、誰か彼我の風土に差異なきを首肯するものぞ、殊更論ずるの價値なきものと云ふべし、その稍進歩したる者と雖も、單に風土の差異を鑑みて彼我用水量の間に幾割の増減を以て足るなどと憶測し、直に實地に應用せんとす、斯かる想像的論斷能く適中する蓋し稀有のことにして、多くは少なからざる差異を生ず、若し失敗に歸せざるあらば望外のみ、且つや隣接の地も既に土性其他用水量を左右する因子を異にする少なからず、然るに斯かる危險的憶測を以て等しく全國各地に擬せんとす、その失敗に

陥るは理の當さに然らしむる所なりとす、更に學術的なるものは學術的方法を以て從來測定せられたる水量を標準として、特定地方の水量を説く、その測定方法に於ては缺くる所少しとせんも、余輩は未だ以て各地に應用すべきの數字たるを信ずる能はず、何となれば一地に於ける測定は單にその地に於てのみ有用にして、他地方に直に利用し得べからず、蓋し土地を異にするに從ひ、風土を異にするあればなり、故に土地に應じて用水量變化の狀を發見し、その變化の如何に應じて應用の途を求め、始めて其數字の有効なるを得るものにして、唯だ一地に於ける觀測成績なるものは、その僅かなる附近の用水量を決定する參考材料たるに過ぎず、焉ぞ研究の價値貴しとするに足らんや。

斯く論じ來れば、今日灌漑水量に關する所説、一も有用なるものあるなし、耕地整理又は灌漑事業を起すに當り、一も指針となること能はず、農界の最大事業、農業改良の最大根源たる此等事業の設計に何等の據る所なきは、余輩の識者と共に患ふる所、然らば即ち如何にして風土に應ずる地方實際的用水量を算定するを得るか、余の見を以てすれば左の如し。

元來灌漑水には三箇の損失原因存す、その一は植物の葉面蒸發にして、其二は水面若くは地面の蒸發にして、その三は地下漏洩水なりとす、されば灌漑は此の三因によりて損失する水量を補ふによりて始めて完きものにして、この三損失量の和は即ち灌漑によりて給與する用水量に相當するものとす、而して以上の三者たる土性氣候により著しく變化するものなれば、この變化を誘起する原因に應じて、これが變化の狀を窮め、各種の場合に對し何れの風土にも、直ちに用水量を算出するを得せしむる、これ即ち本題攻究上の最要なる所なり。

作物の葉面蒸發量は、氣候と繁茂の度によりて變化するものにして、就中氣候の關係を以て著しきものなりとす、彼の水面若しくは土壤面の蒸發量も、また氣候と作物の繁茂如何により差異あるものなり、繁茂甚だしくば蒸發の葉面大に、從ふて蒸發の量大ならざるを得ず、氣候乾燥なる時は葉面の蒸發多き又明かなり、更に作物繁茂すれば水面若くは土壤面を蔽ひ、その蒸發を減すべしと雖も、之に反する時は却て蒸發量を増加するに至る、是に由りて之を見れば、灌漑水損失の三原因中その二個は専ら作物繁生の度と、氣候の如何に關係する論なし、而して蒸發を誘起する

氣候的素因は如何なるものなりやと云ふに、その勢力如何は測候所の觀測しつゝある蒸發量の明示する所なれば、余は葉面及び水面若くは土壤面蒸發の二者を測候所の蒸發量と收穫量とに關係せしめて、各地に應用し得らるゝ所の數字を求めんとす、但し收穫量は直ちに植物繁生の度に正比例するものに非ざれども、亦自然に離るべからざる關係あるは、何人も信ずる所たらずんばあらず、先づ余をして灌漑水損失の三原因に就き、少しく述ぶる所あらしめよ。

(一) 葉面蒸發

空氣の濕度、溫度及び風の強弱は、植物の葉面蒸發量をして異ならしむる主要なる原因なり、而して葉面蒸發に關しては、植物の全生育期間の量と、最大蒸發期に於ける水量とを知る必要あり、何となれば、前者は灌漑用全水量を算定するに緊要にして、後者は一定時間に於て供給すべき水量の最大量を決するに必要あればなり。全生育期間に植物の蒸發する水量は、植物の種類及氣候の状態により異なるは勿論、同一種類の植物と雖も、その生育の度合によりても亦同じからず、故に彼の有名なるヘリーゲル氏は生産せし乾物量の單位量に對し植物の消費する水量を算定

せり、元來生産物量と蒸發量との間には密接の關係あるものにして、この間の比を明らかにするを得ば、土地に應じて一定面積に生育する植物、これを小にしては一株或は一本の生育に要する蒸發量を算出する事甚だ易しとす、今ま稻が全生育期間に吸收蒸發する水量を計算せんに、博士稻垣乙丙氏は嘗て中稻白玉の十五本を一株とし挿秧して、その收穫に至る百二十四日間に吸收蒸發せし水量を三千六百七十七リートル、即ち二斗八合六勺とせり、而して發芽より挿秧に至る蒸發量を想像して一合四勺とし、全生育期中に蒸發する水量を二斗一升とせり、この計算を基礎として、稻垣氏は一坪の栽培株數を四十八となし、一反歩の稻の吸收する全水量を三千〇二十四石水深として一尺八寸一分五厘、即ち五百五十「ミリメートル」と算せり、この他西ヶ原農商務省農事試験場の觀測によれば、一株の蒸發量は左の如し。

	早 稻	中 稻	晚 稻
二十九年	一一、七二三 <small>立方寸</small>	二二、五八四 <small>立方寸</small>	二四、七四八 <small>立方寸</small>
三十年	一一、八〇九	二〇、六二三	二一、二二六
三十一年	三三、二二七	二九、九〇七	四三、五九八

但し早稲は一坪五十株、中稲は四十五株、晚稲は四十株なれば、一反歩に栽培せらるゝ水稻の蒸發水量左の如し。

年	早 稻	中 稻	晚 稻
二十九年	九六八(一七六 ^石 _{mm})	一六七九(三〇五 ^石)	一六三八(二九七 ^石 _{mm})
三十年	一〇五七(一九二)	一五三一(二七八)	一四〇〇(二五四)
三十一年	二七四四(四九八)	二二二九(四〇五)	二八八〇(五二三)

以上の如き絶対的數量は、その用實に少くして、一地方の參考材料たるに過ぎず、何となれば氣候を同じくするも稻の繁茂の度に差異ある時は、一株若くは一定面積の蒸發量は、大に異なる事前已に説けり、而して稻の風乾物量一瓦を産するには幾何の水を要すべきか、これ重要な問題にして、夙に余輩の知らんとする所、稻垣氏は不幸にして茲に意を留めざりし、而して西ヶ原に於ける計算によれば、左の如し。

年	早 稻	中 稻	晚 稻
二十九年	二二六 ^元	二三七 ^元	二〇二 ^元
三十年	一七八	一九二	一九二
三十一年	二六〇	二五四	二八四

以上の計算よりして今二石の玄米を産する稻ありとせば、その吸收蒸發する水量は略次式の如く算定するを得し。

玄米二石の重量	$200 \times 380 = 76,000$ 匁
同玄米に相等する稿の重量	$= 124,000$ 匁
同 上 根株の重量	$= 31,000$ 匁
同 上 穀殼	$= 18,000$ 匁
全風乾物重量	$= 249,000$ 匁
全葉面蒸發量	$= 936990$ 匁 93750
	$936990 \times 250 = 23424750$ 2340250
	$= 23402500$ 匁 23343750
	$= 234022,5$ ヲ ^ト
	$= 8418$ 匁 ^ト
	$= 1292$ 匁

この方式に従ひ、稻の蒸發水量を收穫高に應じて算出するに、東京類似の氣候を有

義 講 理 整 地 耕

する地方にありては、一石五斗の玄米収量は凡そ千石の水を蒸發し、最大収量四石に對しては二千六百石即ち一萬七千立方尺の水を要する割合となる、但しこれは單に平均量のみ特に空氣乾燥なるの年にありては、稻の蒸發する水量は更らにこれより大なるものあるを知らざるべからず。

以上を以て稻の全生育期間の蒸發量は察知するを得るに至りしと雖も、灌漑工事上より論ずる時は、尙ほ稻の最大蒸發量及最大蒸發時期なるものを知る事肝要なり、先づ稻に就て生育時期に従ふ蒸發水量の變化を檢せんか、西ヶ原の成績によれば、移植の當時は僅かに一日平均一株に對し二〇—三〇立方糶に過ぎざるも、その生育進むに従ひ蒸發量増大し、移植後凡そ二十日を経れば略一〇〇立方糶に達し、夏季土用より出穂期の間に於て、その最大量を示し、一日の平均七八百立方糶となる、既にして開花終れば次第に蒸發量減退し、收穫期に近づけば僅々百立方糶に過ぎざるに至る、今期を分ちて稻の蒸發量を全蒸發量に對する%にて示せば、左の如きを見る。

(但し明治三十一年度成績)

義 講 理 整 地 耕

期	自	至	早	中	晚
第一期	自六月二十五日	至七月四日	二、三	一、五	〇、六
第二期	自同月五日	至同月十四日	七、七	五、三	三、七
第三期	自同月十五日	至同月二十四日	一七、九	一一、九	一〇、〇
第四期	自同月二十五日	至同月三十四日	一五、六	九、八	一〇、一
第五期	自同月三十五日	至同月四十四日	一四、三	一一、一	一〇、三
第六期	自同月四十五日	至同月五十四日	一八、二	一四、二	一二、〇
第七期	自同月五十五日	至同月六十四日	一三、三	一一、七	八、六
第八期	自同月六十五日	至同月七十四日	六、四	九、〇	八、九
第九期	自同月七十五日	至同月八十四日	四、〇	七、九	九、八
第十期	自同月八十五日	至同月九十四日	〇	七、六	四、八
第十一期	自同月九十五日	至同月一〇四日	〇	四、八	七、〇
第十二期	自同月一〇五日	至同月一一四日	〇	四、六	五、六
第十三期	自同月一十五日	至同月二四日	〇	〇、〇	四、四

水路 用水路