

農 業 土 木 學

田 中 貞 次 著

樊 作 哲 譯

田中貞次著
樊作哲譯

農
業

土
木

學

李儀祉刊行

緒 言

1. 本書重在闡明農業土木學之一般原理，並解說其應用，旁及於與作物生產學有直接關係之排水及灌溉諸問題。
2. 人口與食料問題，爲近世重要問題之一，日本缺乏天然富源，且人口稠密，擴充耕地面積及增進土地之生產力，爲解決此問題之有效良策。
3. 本書第一編研究農業土木學上之土壤植物及水分，第二三編說明灌溉排水之原理及應用，第四五編論述開墾，墾灘及耕地之整理。

東京帝國大學農學部農業工學教室

著者識

田中貞次農業土木學譯本序

近年我國學術界有一大缺點，研究歐美者多而研究日本者少，效法於遠邦之心盛而取師於近鄰之心微也。在一般人之心理以爲取法乎中，無甯取法乎上。不知中上之等級本無定評。而以地域論，則日人之近乎我者多矣。氣候彼此有關也，農產物彼此相若也，人民之生活彼此相類也，凡此皆較之歐美爲密也。故歐美之法，施之吾國或扞格而難行，日本之術，傳之吾土或切合而有效，此不可不知也。日本近雖已工業化，而於農業尤蒸進無已。其初固亦師之歐美，而輒能更進一籌，如整理土地師之德國，而較之德國整理更善。且兼採各國之長，努力實施，如灌溉、排水、平治土地，皆轉足以爲我良法者甚多。余愧不通日文，故命樊君明初多取日本農田水利著述譯述之以爲我助。茲編爲東京帝國大學教授田中貞次所著，名曰農業土木學，尤爲切要，故首譯之。

中華民國二十四年七月李協序

目次

第一編 總論

第一章 農業土木學 農業水利學 土地改良學

1. 農業土木學 2. 農業水利學 3. 土地改良學 4. 研究事項

第二章 耕地性質

5. 傾斜之耕地 6. 平地 7. 緩傾斜地 8. 急傾斜地 9. 耕地
傾斜之利害 10. 區劃形狀 11. 區劃之面積 12. 區劃之方向

第三章 土壤與水之關係

13. 土壤之機械組成分 14. 土壤之分類 15. 土壤之重量
16. 假比重 17. 真比重 18. 空隙率 19. 容水量 20. 土壤
含水之三形態 21. 凝縮水 22. 毛管水 23. 滲濾水 24. 土
壤水與地下水 25. 植物所需適量水分

第四章 土工

26. 土工 27. 作業之種類 28. 土工注意之點 29. 土坡
30. 掘土及運土 31. 土方之計算 32. 土工費 33. 土工費之
節省

第五章 農道

34.農道 35.方向 36.路坡 37.橫斷面 38.路面 39.寬度 40.配置

第六章 流路

41.水之循環 42.河流 43.流域 44.逕流量及逕流係數
45.流量 46.水位 47.比降 48.斷面 49.水道及水流之公式
50.水道橫斷面 51.水道之比降與流速 52.水道比降之決定
53.水流之測量 54.間接法 55.直接法

第二編 灌 溉

第一章 灌溉

56.灌溉之意義 57.灌溉之目的 58.世界灌溉之面積

第二章 灌溉水性質

59.浮遊沉澱物 60.水溫 61.水質

第三章 灌溉用水量

62.用水量之單位 63.用水量之種類 64.水田之用水量
65.灌溉水損失之原因 66.用水量之決定

第四章 灌溉水源

- 67.灌溉水源應備之條件 68.灌溉水源之種類 69.河流
70.渠道工 71.蓄水池 73.蓄水池之水量 73.蓄水池之容
積 74.蓄水池之堤堰 75.土堤 76.石堤 77.混凝土堤
78.鐵筋混凝土堤 79.泉 80.地下水

第五章 渠道

- 81.渠道應備之條件 82.渠道之種類 83.渠道斷面 84.渠
道之比降

第六章 灌溉之方法

- 85.灌溉之方法 86.漫流法 87.浸潤法 88.潛流法 89.
潛流法 90.地下法 91.撒布法

第三編 排水

第一章 排水之意義

- 92.排水之意義 93.排水之效果 94.土地過濕之原因

第二章 排水量

- 95.排水量

第三章 排水之方法

- 96.排水之方法

第四章 明渠排水

97.排水道之性質 98.排水道之種類 99.排水道之斷面及
比降 100.排水道之配置

第五章 暗渠排水

101.暗渠排水 102.簡易暗渠排水 103. 完全暗渠排水
104.暗渠排水之組織 105.暗渠之深度及間隔 106.暗渠之
比降 107.暗渠之排水量

第六章 機械排水

108.機械排水 109.排水量 110.打水機馬力計算法

第四編 開墾及墾灘

111.開墾及墾灘 112.土地之傾斜與開墾 113.墾灘 114.
開墾獎勵法

第五編 耕地整理

115.耕地整理之意義 116.耕地整理之利益 117.耕地整理
之組織

農業土木學

第一編

總論

第一章 農業土木學 農業水利學

土地改良學

1. 農業土木學 農業土木學，爲農業工學之一部分，乃研究增高土地在農業上之利益，於農學之基礎智識以外，更益以土木工學之應用。

農業土木學，有由於灌溉、排水、墾荒、墾灘之講求，及研究生產方面之改良，而增高土地生產力者；有由於道路、水道、區劃之整理，與土地之交換分合，及研究經濟方面之改良，而節約農業經營上之生產費者；前者謂之狹義農業土木學，後者謂之耕地整理學。

2. 農業水利學 農業水利學，爲狹義農業土木學之主要部分，專研究關於灌溉排水之學科。

3. 土地改良學 土地改良學，亦屬農業土木學；但研究範圍限於既墾土地，而涉及施肥、燒土、休閒等化學改良方法。

4. 研究事項 農業土木學主要研究事項列舉如次：

- (1) 灌溉
- (2) 排水
- (3) 治水 (改良河流, 防禦洪水)
- (4) 墾荒
- (5) 湖沼及海灘之開墾
- (6) 農村計劃
- (7) 耕地整理

第 二 章 耕地性質

5. 傾斜之耕地 土地之傾斜, 其適合於農業上之利用與否, 爲重要問題, 茲分傾斜土地爲三種如次:

- (1) 平地
- (2) 緩傾斜地
- (3) 急傾斜地

6. 平地 平地爲完全可施機械耕作之土地, 其地之傾斜角多在四度以內。

7. 緩傾斜地 緩傾斜地爲可施畜力耕作而無障礙, 其地之傾斜角, 在十度以內者屬之。

8. 急傾斜地 急傾斜地, 僅能用人力耕作, 其傾斜角在三十度以內。至三十度以上之傾斜地, 若不造爲階田, 便難用作耕地。

9. 耕地傾斜之利害 耕地之傾斜, 實關於耕耘之難易, 轉運之便否, 及灌溉排水之利害。使過於平坦, 則排水不良, 土地之生產力低, 若傾斜太急, 則水之排洩過速, 土壤易於乾燥而崩壞, 且肥料流失亦易, 故適合於水利上之傾斜, 自因土質而異, 若普

通土質，要在百分之一乃至五百分之一為宜。

10. 區劃形狀 耕地因農產物之栽培，及管理上之便利，可作適當之區劃。其形狀為正方形，長方形，斜方長方形。其適當之區劃，應依下列各條而定。

- (1) 畦畔必直角相交。
- (2) 區劃周圍之畦畔，距潰地須小。
- (3) 畜力與機械力之效率最大者，在耕作狹長長方形之田，故區劃之面積較小時，可採取狹長之長方形，若大面積，則宜採取正方形，或近似正方形之長方形。

11. 區劃之面積 區劃之大小，由以下各條定之。

- (1) 大區劃中之耕作，畜力勝於人力，若在較大區劃中，則機械耕作，更可發揮其效率。
- (2) 畦畔若距潰地面積近，區劃自可放大。
- (3) 水田因灌溉排水關係，區劃面積不能過大。
- (4) 為減少傾斜地之平土費用，亦以小區劃為宜。

日本區劃現狀，在平坦水田，每區劃面積，以2000平方公尺至3000平方公尺為適當，若4000平方公尺以上，即感困難。至旱地區劃，因受各種農產物栽培之關係，而被限制，惟在地勢允許之下，自以大區劃為較佳。

至水田之區劃面積及形狀之關係分別如次：

區劃之面積(平方公尺)	500	1000	2000	1000	4000	5000
區劃之長度(尺)	180	180	240	300	360	390
區劃之寬度(尺)	30	60	90	108	120	150

12. 區劃之方向 長方形之區劃，須使長邊之方向，與作畦之方向一致。惟應顧及下列諸點。

(1) 與水道之關係

(2) 與地勢之關係

(3) 與向日之關係

區劃之方向，以水道及地勢之關係爲主要，向日則在其次。若其方向，定爲南北，則條播之冬農產物，可同被日光；使定爲東西，則南側受日光之機會較多，農產物不免有成長不均之弊；惟經實驗之結果，區劃方向或爲南北，或爲東西，其收穫之差尙微。倘無礙及水道地勢時，則區劃方向，以採取南北爲宜。

第三章 土壤與水之關係

13. 土壤之機械的組合成分 土壤之機械組合成分，不惟因土壤之種類而異，即同類之土壤，因其風化程度不同，亦異其趣。土壤之物理性質，多因土壤之機械組合成分而定。其性質影響於植物之生育甚大。日本農學會規定土壤機械組合成分之名稱如次：

(1) 礫及角礫……直徑 2 公厘以上

(2) 細土

(甲)砂

(子)粗砂……直徑 0.25 至 2 公厘

(丑)細砂……直徑 0.05 至 0.25 公厘

(寅)微砂……直徑 0.01 至 0.05 公厘

(乙)粘土……直徑 0.01 公厘以下

14. 土壤之分類 土壤之分類法甚多，有由化學成分者，有由其成因與堆積之樣式者，有由土壤之地質學分類者。其較為正確者，為機械組合成成分之分類法。此法以土壤之細土中，含粘土量之多寡而定。

全土壤重量中

砂 土……粘土百分之12.5以下

砂壤土……粘土百分之12.5至25

壤 土……粘土百分之25至37.5

埴壤土……粘土百分之37.5至50

埴 土……粘土百分之50以上

細土中含砂量在三分之二以上，為由細砂及微砂所成者，冠以細字，如細砂土。埴壤土及埴土，常如火山灰土之輕鬆，特冠以輕字，如輕埴壤土。

15. 土壤之重量 土壤一定容積之重量，名曰容重。土壤之容重，不特由機械組合成成分而異，并由其中含空隙之多少而定。故土壤容重，普通分粗密兩種測定之。

粗狀乾燥土壤一立方呎之重量

砂土……110磅

砂土與埴土等量之混合土……96磅

普通旱地土……80至90磅

埴土……75磅

腐埴土……30至50磅

16. 假比重 自土壤一定容積中，減去水分之重量，而除以同容積水之重量，所得之商，謂之土壤假比重。

17. 真比重 土壤中減去空氣重量，以同容積水之重量除之，謂之土壤真比重。其法常用比重壘測定之。

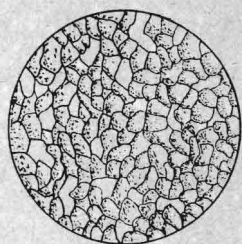
第一表 土壤之假比重及真比重

母 岩	土 壤	假 比 重		真比重
		粗 土	密 土	
白 堊 系 (天草島)	礫 壤 土	0.85	1.37	2.80
珪 岩 (九 州)	全	1.01	1.39	2.67
三 疊 系 (中 國)	全	0.91	1.53	3.05
花 崗 岩 (四 國)	砂 壤 土	0.82	1.36	2.63
冲 積 地 (信濃川)	全	1.02	1.50	2.64
片 麻 岩 (東海道)	壤 土	1.05	1.52	2.65
花崗片麻岩 (畿 內)	全	0.94	1.38	2.81
第三紀砂岩 (東海道)	全	5.89	1.28	2.69
第三紀頁岩 (九 州)	埴 壤 土	0.88	1.19	2.70
東北第四期古層 (東 北)	全	0.87	1.29	2.71
輝綠灰岩 (關 東)	全	0.97	1.29	2.77
冲 積 地 (淀 川)	全	0.92	1.39	2.70
玄 武 岩 (山 陰)	埴 土	0.65	1.14	2.63
石英粗面岩 (中 國)	全	0.78	1.22	2.66
第四紀古層 (九 州)	全	0.60	0.99	2.68
冲 積 地 (利根川)	全	0.84	1.06	2.67
冲 積 地 (筑後川)	全	0.64	1.03	2.58

土壤之假比重，常在1.2至1.5之間，若地愈深其值愈大。土壤之真比重，因機械的組合成分而異，普通土壤，常在2.5至2.7之間。土壤之成分為母岩，其比重多在2.3至3.0之間。土壤中多

含鐵分，則比重大；多含腐植質，則比重小。

18. 空隙率 一定容積之土壤中，所含之空氣量，因土粒之大小，排列之狀態，有機物之含量，及耕地之精粗而異。若土粒愈小而形狀不一，且含有機物之量多，與耕耘之精細，則含空氣之量大。一定容積之土壤中，所含空氣之量，以土壤容積百分率所表之數，謂之土壤空隙率，可由假比重及真比重求之。



第一圖

土壤之粒子及空隙 (廓大)

$$\text{空隙率} = \frac{\text{真比重} - \text{假比重}}{\text{真比重}}$$

各種土壤之空隙率列表如次

土	壤	空 隙 率 百 分 比	
		粗 狀	密 狀
砂	土	44.9	39.7
砂	壤 土	53.7	43.3
全	上	59.0	49.9
埴	壤 土	61.2	52.7
埴	土	68.2	58.2
腐	植 土	65.6	60.8

植物根在土壤中，營呼吸作用，故土壤中之適量空氣與水分，極有關於植物之生育，土壤中空氣之成分，炭氣較酸素爲富。故土壤中缺乏空氣時，不但植物之根，不能營呼吸作用；且因土壤中有機物質分解所行之還原作用，發生一種酸性化合物，有害於

植物之根。

19. 容水量 一定容積土壤中，所含之最大水量，以其土壤乾燥重量之百分率表之，謂之土壤容水量。容水量之大小，對於灌溉及排水之關係頗大。容水量大之土壤，每次可增大灌溉水量，有減少灌溉次數之利益，但因此種土壤中，空氣分量過少，於植物有害，且使排水不良。至容水量小之土壤，每次灌溉時，其受水量過小，若灌溉次數減少，常有被旱之虞。

容水量之大小，亦因土壤粒子之精粗而異，如埴土容水量大，砂土容水量小，普通旱地土壤之容水量如下：

粗狀……百分之36至78

密狀……百分之27至50

20. 土壤含水之三形態 土壤中之水分，有凝縮水、毛管水、滲濾水三種形態。

21. 凝縮水 土壤以人工加熱，而置於潮濕空氣中，因吸收空氣而凝結之水分，謂之凝縮水。此水分籠佈於土壤粒子周圍，不因毛細管現象而移動。雖在乾燥空氣中，亦不易蒸發。故對於植物生命之維持，無直接效能。

凝縮係數 凝縮水之重量，以乾燥土壤重量百分率表之，謂之土壤凝縮係數。

萎凋係數 土壤中之水分漸次缺乏，植物即因之凋萎。植物凋萎時，其土壤中之水分重量，以乾燥土壤重量之百分數表之，為土壤之萎凋係數。

凝縮係數與萎凋係數較，其值甚小，惟兩者之比，在各種農產物及土壤中，有一常數。綜合各種實驗之結果，其常數為：

$$\frac{\text{凝縮係數}}{\text{萎凋係數}} = \frac{1}{1.5}$$

22. 毛管水 土壤外圍之凝縮水，及土壤粒子間之水分均屬之。此種水分，因分子間之凝集力及水與土壤間之粘着力，難於適用自然與人工之排水，但可由毛細管現象，分佈於各方面，以利植物根部之吸收，實為植物生殖之重要水分。

土壤中之毛管水，由毛細管現象而上昇，其上昇之最高限度及其所需時間，因土壤物理學之性質而異。土粒愈細，其最高限度愈大，而上昇之速度愈慢。

第二表 土壤中毛管水上昇數(吋)

土 壤	經 過 時 間					
	$\frac{1}{4}$ 時	1 時	2 時	1 日	3 日	19 日
極細微土	2.7	4.7	7.0	20.0	30.0	56.0
細 砂 土	9.0	9.5	10.0	11.6	13.0	16.0
砂 土	5.8	6.0	6.3	7.5	9.0	12.5
細 礫	4.0	5.0	5.3	6.4	8.0	10.8

毛管水上昇之最高限度，又如第三表：

第三表 毛管水上昇之最高限度(吋)

土 壤	最高限度(吋)	所 需 日 數
砂 土	17	6
埴 土	46	195

毛管水上昇作用，及地下水水位，與耕地之灌溉及排水，有重要關係。

23. 滲濾水 水分因重量透過土壤粒子間而下沈者，曰滲濾