

付 録

技 術 書

目次
(技術書)

1. 畑地域の農業用水	(基準1.2関連) ……	141
2. 農業用水の区分とその特徴	(基準1.2関連) ……	149
3. 土壌調査における土壌区分	(基準2.3関連) ……	152
4. インテークレートの調査	(基準2.3関連) ……	155
5. 土壌水分関係調査	(基準2.3関連) ……	160
6. 他事業関連調査	(基準2.3関連) ……	169
7. かんがい方式の特徴と選定条件	(基準3.3.3関連) ……	171
8. 計画日消費水量等の決定	(基準3.3.4.3関連) ……	176
9. 計画間断日数と1回の計画かんがい水量	(基準3.3.4.3関連) ……	197
10. マイクロかんがいにおける計画日消費水量等の決定	(基準3.3.4.3関連) ……	198
11. 施設畑(ハウス)の計画日消費水量等	(基準3.3.4.3関連) ……	205
12. 栽培管理用水量の決定	(基準3.3.4.3関連) ……	213
13. 計画用水量の決定	(基準3.3.4.6関連) ……	223
14. 機能保全対策と更新等	(基準1.2、1.3、2.1、2.2、2.3、 3.2、3.3、3.4、3.5関連) ……	224
15. 機能診断調査と機能診断評価	(基準1.2、1.3、2.1、2.2、2.3、 3.2、3.3、3.4、3.5関連) ……	228
16. 環境との調和への配慮(生態系)	(基準1.2、1.3、2.1、2.2、2.3、3.1、3.2、 3.3、3.3.6、3.4、3.5、3.6関連) ……	234
17. 環境との調和への配慮(景観)	(基準1.2、1.3、2.1、2.2、2.3、3.1、3.2、 3.3、3.3.6、3.4、3.5、3.6関連) ……	247
18. 環境との調和への配慮(水質)	(基準1.2、1.3、2.1、2.2、2.3、3.1、3.2、 3.3、3.3.6、3.4、3.5、3.6関連) ……	263
19. スプリンクラ等の分類と選定	(基準3.4.2関連) ……	276
20. スプリンクラの散布特性	(基準3.4.2関連) ……	280
21. スプリンクラかんがいにおける配管方式の決定	(基準3.4.2関連) ……	284
22. スプリンクラ及び管路の設計と管材	(基準3.4.2関連) ……	288
23. マイクロかんがい	(基準3.4.2関連) ……	296
24. 地表かんがい	(基準3.4.2関連) ……	301
25. 肥培かんがい	(基準3.4.2関連) ……	312
26. 末端かんがい施設における調節装置の分類と選定	(基準3.4.2関連) ……	320
27. 配水槽	(基準3.4.3関連) ……	324
28. 配水施設の規模と配置	(基準3.4.4関連) ……	327
29. 配水施設の施設容量と自由度	(基準3.4.4関連) ……	330
30. ファームポンド	(基準3.4.4関連) ……	334
31. 配管計画における管径の決定	(基準3.4.4関連) ……	341
32. 薬液及び肥料混入処理	(基準3.4.4関連) ……	345
33. 送水方式の種類と選定	(基準3.4.4関連) ……	348
34. 調整池	(基準3.4.4関連) ……	352
35. 総合水理解析の検討	(基準3.4.4関連) ……	354
36. 用水路の形式と構造	(基準3.4.4関連) ……	357
37. 附帯施設の形式と構造	(基準3.4.4関連) ……	359
38. 地下水工	(基準3.4.5関連) ……	362
39. 貯水施設	(基準3.4.6関連) ……	364
40. 管理制御施設	(基準3.4.7関連) ……	368
41. 小水力発電施設及び太陽光発電施設	(基準3.4関連) ……	382
42. 管理運営計画	(基準3.5関連) ……	391
43. システムの計画と総合評価	(基準3.6関連) ……	396

1. 畑地域の農業用水

(基準 1.2 関連)

畑地域における農業用水は、主として第二次世界大戦後の食料増産期以降に、我が国の温暖湿潤な気象条件等に合わせ開発・整備されてきた。こうした農業用水は、農作物の生育に必要な水分補給のみならず、栽培管理の合理化等にも用いられ、畑地域における営農発展の基礎となっている。

本章においては、このような畑地域における農業用水の意義や変遷及び近年の施設整備の状況等を紹介する。

1.1 畑地における農業用水の意義

我が国は、アジア大陸の東端の太平洋側に位置し、周囲を海に囲まれた、北東から南西に細長い列島であり、その中央部を走る脊梁山脈には、標高 3,000 m に達する山もある。また、アジアモンスーン地帯の北端部に位置し、年間平均降水量が 1,600~1,800 mm という世界でも有数の多雨地帯である。

しかし、島国であるために河川の流域が狭く、さらに、山地の多い急峻な地形であるために河川の勾配が大きいことから、上流部に降った雨の大半は、河川に流出し、数日中に海へ流下してしまう。このため、降雨がかんがい用水として有効に利用される水量は極めて僅かなものとなる。

このような自然条件の下で、我が国では、長い年月をかけて膨大な費用と労力を投入し、水田農業を発展させてきた一方で、畑地は一部の地帯を除き、水田農業の副次的な地位を占め、一般的に丘陵地、台地、砂丘地等、水利の不備な地帯に立地した。畑地は、傾斜地が多く土壌侵食を受けやすいこと、肥沃度が低いため作物収量が低いことなどの状況にある上、生産基盤としての整備が遅れ、不安定かつ低生産性を余儀なくされてきた。

これに加え、我が国のような湿潤地帯では、作物の根は表層に分布しやすいため、干天が続けば比較的早い時期に被害を受ける。一般に梅雨の多湿な時期を経過した後、7月下旬~8月の夏期に高温となって蒸発散量が大きくなるため、降雨の分布が不順な場合には干ばつとなりやすい。したがって、この時期に適切な補給かんがいを行うことができれば有効である。

このような考えの下、我が国の畑地かんがいは、当初、水利条件が不利な地域に干害防止を目的とした、外国の乾燥地帯の技術が導入された。しかし、湿潤地帯である我が国では、用水を多目的に利用する技術の開発を進めることで、その位置付けを変化させてきた。すなわち、作物への水分補給のほか、栽培環境の改善、気象災害の防止、管理作業の省力化等、営農上多目的に用いられるところにその特徴がある。例えば樹園地では、散水かんがい施設における輸送力と散布力を利用し、病虫害防除、液肥散布、潮風害防止や凍霜害防止などが実用的技術として取り入れられている。

一方、普通畑や施設畑では、その営農の複雑さを反映し、かんがい用水の用途が更に広範囲にわたる場合があり、播種・定植前の散水や液肥用水、太陽熱を利用した土壌の消毒、家畜の飲用水、農機具・農用トラック等の洗浄水などに使用されている事例がある。なお、牧草地でも、ふん尿やでんぷん廃液を散布する肥培かんがいの効果が認められている。また、東日本では、7、8月のみならず4、5月頃にも晴天の連続がみられ、この時期が播種・定植に当たることもあって、かんがいの効果が高く、また同時期の風食防止にも役立つ。

以上に示した営農上使用される水は農家の経営に密着したものであり、その効果は大きい。このような水利用ができるように、畑地かんがい施設の設計や管理運営の際には、配慮が必要となる。

1.2 畑地かんがいの変遷

畑地かんがいは、畑地農業の担い手である農家の要請とかんがい技術や研究の進歩を踏まえて、時代のニーズに応えながら発展してきた。

歴史的には、明治以前に大阪・名古屋の近郊で綿井戸と呼ばれる素掘りの井戸を利用した綿栽培が畑地かんがいの先駆けといえる。また、大正と昭和の初めには都市近郊の保水力の乏しい砂土地帯の野菜作など限られた地域に畑地かんがいが見られた。

畑地かんがいが広く検討され始めたのは第二次世界大戦後である。極端な食料や物資の不足を反映し、陸稲や普通畑作物などの食糧の増産に結び付けるための手段として昭和20年（1945年）の緊急開拓事業計画により畑地かんがいが検討された。昭和27年（1952年）に都道府県営畑地かんがい事業が国の補助対象となり、さらに昭和28年（1953年）から小規模な団体営事業も国の補助対象となった。この頃に、畑地かんがいは農業基盤整備事業としての位置づけがなされ、神奈川県相模原地区（昭和23年（1948年）着工）、愛知県豊川用水地区（昭和24年（1949年）着工）、また砂丘かんがいの先駆けとして鳥取県北条砂丘地区（昭和27年（1952年）着工）が、初期の大規模な事業として開始された。

その後は、露地野菜を主たる対象に畑地かんがいを利用した経営研究の段階を迎え、干害防止の有効な手段として広く取り上げられるようになった。ここで主体となって進められたのは土水路などを利用したうね間かんがいであったが、かんがい効率及び施設の利用率が低かった。

一方、農業基本法の制定（昭和36年（1961年））以降は、農業生産性の向上と農業所得の増大のため、積極的に増収や品質向上を図るようになり、作物の選択的拡大が行われるようになった。その方向に沿った露地野菜・果樹・施設園芸の増加に伴い、愛知用水公団が設立され愛知用水（昭和30年（1955年）着工）が多目的用水事業として着工された。その後、綾川（昭和33年（1958年）着工）、笠野原（昭和33年（1958年）着工）、群馬用水（昭和38年（1963年）着工）などの畑地用水を確保する大規模な事業が開始された。これに続く、総合農政の展開と米の生産調整の状況の下では、畑地の生産力を高度に利用することと畑作営農の再編整備を行うことに重点が置かれ、東郷（昭和47年（1972年）着工）、一ツ瀬川（昭和49年（1974年）着工）、牧之原（昭和49年（1974年）着工）、南予用水（昭和49年（1974年）着工）、南薩（昭和45年（1970年）着工）などの地区において、畑作物の主産地形成を目指した畑地かんがい事業が開始された（図-1.1）。

この時期には、畑地かんがいに関する技術面の試験・研究が飛躍的に進展した。昭和21年（1946年）に開拓研究所が設立されると、畑地かんがいの研究が重要な課題として取り上げられ、各地でかんがい試験が始まり、昭和28年（1953年）に鳥取大学の砂丘試験地でスプリンクラが導入された。昭和32年（1957年）には広島県団体営小団地開発整備事業追崎地区でスプリンクラによる散水かんがい方式の第1号が導入された。また、かんがい方法も移動式スプリンクラによる散水かんがいが行われるようになった。昭和40年（1965年）頃からは、畑地かんがい試験とともに、その基礎となる水分生理や、土壌水分動態に関する研究が行われるようになり、畑地かんがいの目的も必要な時期に必要な水を供給し、計画生産、計画出荷を図ることに変化した。かんがいの方法も樹園地等では固定配管が行われ、レインガンも利用されるようになり畑地かんがいにおける自動化施

設が急激に普及した。昭和45年(1970年)以降は、畑地かんがい施設を効率的に利用して、農薬及び液肥の散布を行うほか、表土の風食防止、凍霜害防止、肥培かんがい等の多目的かんがいが行われるようになった。

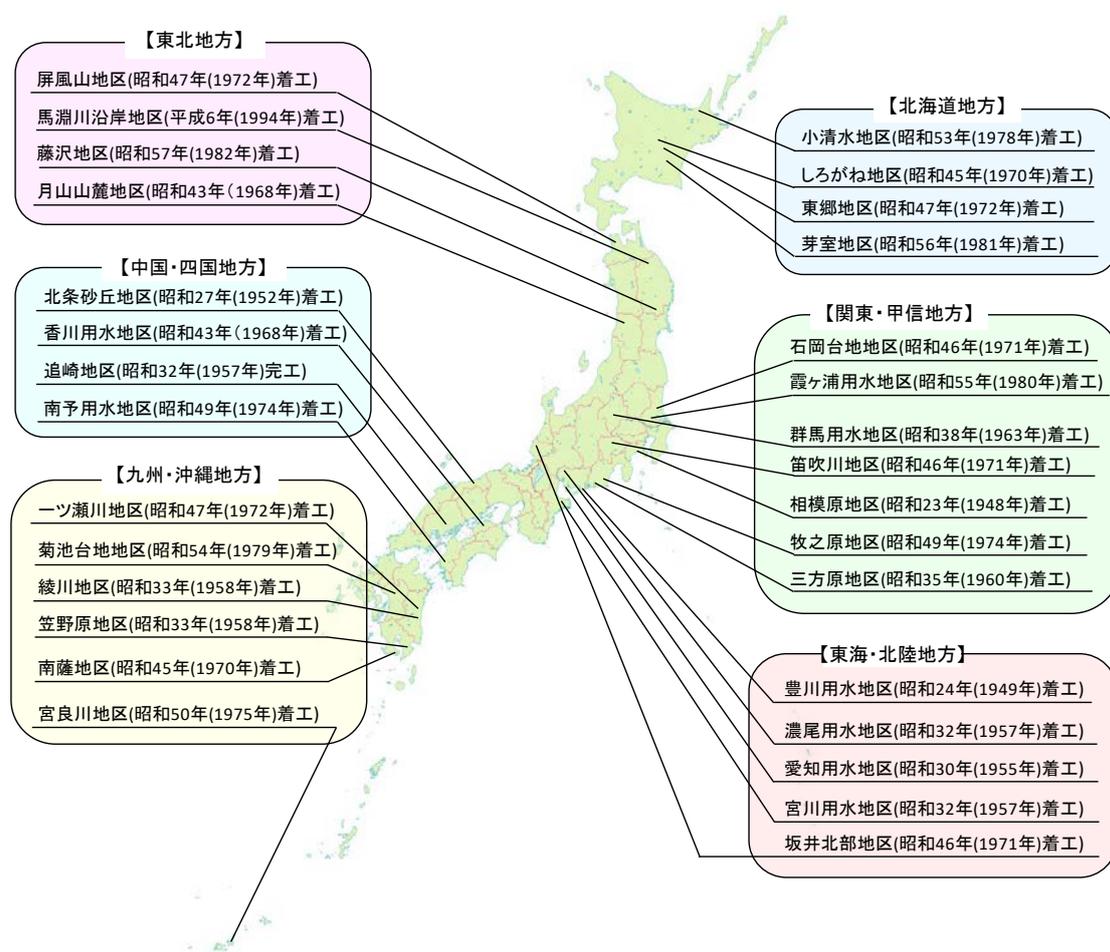


図-1.1 主な畑地かんがい事業地区

しかし、農業を取り巻く情勢は、その後急速に変化し、畑地かんがい施設の整備の進め方に影響を与えた。農産物の需給緩和や農産物輸入の自由化などにより、作物の品質改善・作期調整・選択自由度の増加など営農・経営面の強化が求められ、畑地かんがいは、これらを実現する手段として位置付けられた。すなわち、畑地かんがいを契機に、地域農業の再編を促し、農業生産の拡大を可能とし、その成果として地域振興を図った。これは、用水利用を通じた農村地域全体の活性化を期待する方向に沿っており、畑地域における用水確保のあり方に質の変化をもたらしている。

このような地域振興に果たす畑地かんがいの役割の増大と農村における用水の位置付けの変化に伴い、畑地用水を確保する事業においても、洗浄用水や飲雑用水などの用水の多目的利用の検討が更に促進されている状況にある。また、畑地かんがいの研究もこの方面で充実されている。

1.3 世界の畑地かんがい

我が国のような湿潤地帯では、水田かんがいと比較すると畑地かんがいの割合は小さいが、世界的に見れば、畑地かんがいはかんがいの主流を占める。特に乾燥地域（作物栽培期間中の降水量が蒸発散量より少ないところ）ではかんがいなくして、正常な作物栽培は期待し得ない。

そのため、世界の乾燥地域では、古くから農業生産や生活のための水を確保する知恵が受け継がれてきている。これらの伝統的なかんがいは、規模は比較的小さいが持続的であるという特徴を有している。

一方、イスラエル、米国中西部、オーストラリア等の乾燥地域では近代的な大規模かんがいシステムが開発され、温暖で日照量が多いという気候条件と広大な土地条件を生かした大規模かつ低コストの農業経営が発展している。

しかし、その副作用として、表層近くの土壌への塩類の集積、地下水や湖沼等の水資源の減少、生態系への影響等が懸念されている。有名な例としては、中央アジアのアラル海周辺のように、人々の生活そのものまでが脅かされる事態に至っている場合もある。これらの副作用の発生は、降水量の少ない乾燥地域の特性が顕著に現れた例であるともいえる。

(1) 降水量が少ないため、古くから地下水を使用¹⁾

乾燥地域における伝統的なかんがいの一つとして、地下水を利用した「カナート」がある。これは、紀元前から乾燥地域に伝わる地下水の取水方法で、国により呼び方が異なるが、豎坑を設け、地中に、横に数百 m から数十 km のトンネルを掘って地下水を集めるものである(図-1.2)。

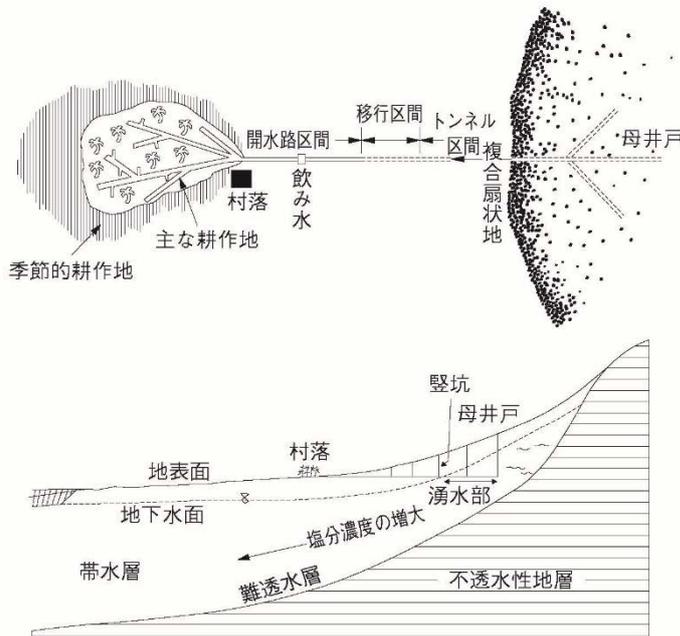


図-1.2 カナートの平面図及び断面図（アラビア半島の事例）

(2) 雨季などの貴重な水の有効活用¹⁾

乾燥地域では、通常時は水が流れない涸れ川に堰を設け、洪水期に取水するかんがい方法も見られる。

また、降水を集めるため、一定の広さの土地を確保し、その土地の窪みや低部で耕作を行う「ウ

「ウォーター・ハーベスティング」という手法も見られる。これは天水農業の一種とされているが、自己完結型で持続性を持つ小規模なかんがいの性格を有しているともいえる（図-1.3、1.4）。

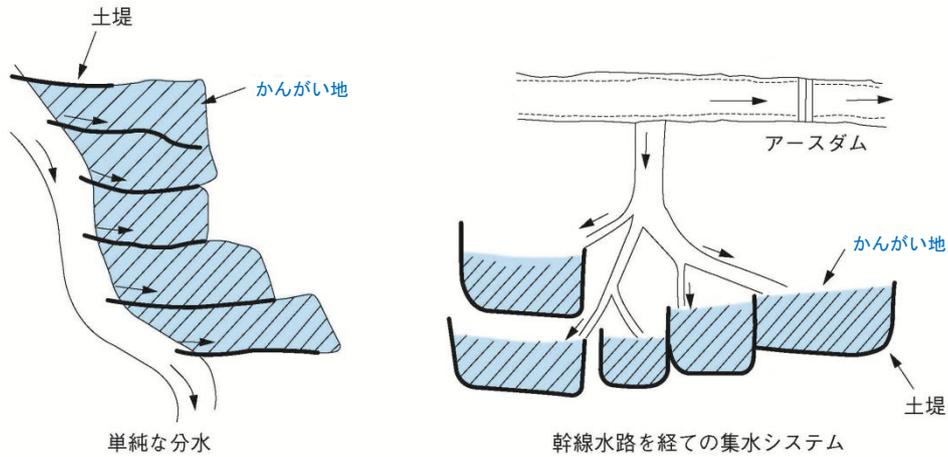


図-1.3 洪水を利用したかんがいの概念図（パキスタンの事例）

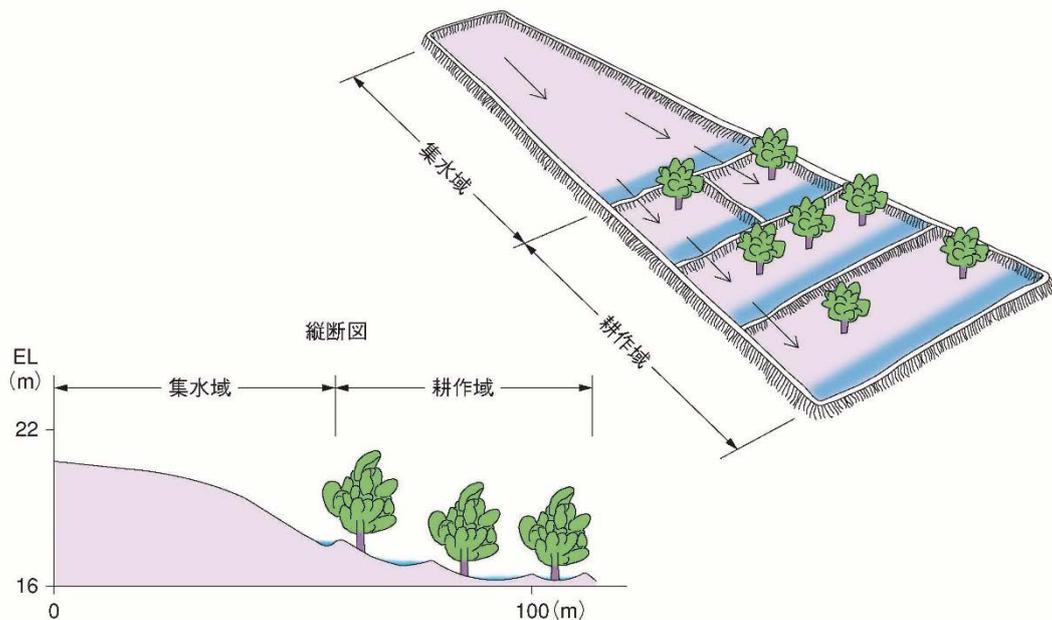


図-1.4 ウォーター・ハーベスティングの概念図（チュニジアの事例）

(3) 200km 離れた高原の水を砂漠で使用¹⁾

イスラエルでは、冬季に比較的まとまった降水がある北部のガリレー湖から、国を縦断する約 200 km の水路を通して、年間 3 億 m³ 以上の水を、中部のテルアビブや降水がほとんどない南部のネゲブ砂漠に導水している。しかし、それでも水の需要に見合う供給量が確保できないため、下水処理水の再利用等の取組が行われている。

(4) かんがいによって生まれ変わった荒野¹⁾

米国カリフォルニア州の年平均降水量は 580 mm であるが、北部のシエラネバダ山脈周辺では

2,000 mm を超えるのに対し、中・南部は 250 mm 以下しかなく、多くの部分が乾燥地域となっている。このため、北部の降水を巨大なダム群によって貯水し、全長 710 km のカリフォルニア水路（通水量 370 m³/s）等で導水し、300 万 ha を超える耕地をかんがいしている（図-1.5）。この豊富な水と温暖な気候を最大限利用し、カリフォルニア州の農産物生産額は全米 1 位となったが、かんがい水中に低濃度で含まれる塩類が、徐々にかんがい耕地に蓄積してきたこと等により、既に約 90 万 ha のかんがい耕地が塩類集積の影響を受けているといわれている。



図-1.5 カリフォルニア州の主要水利施設

(5) 地下水の汲み上げによる穀倉地帯の形成¹⁾

米国中部では、テキサス州北部からオクラホマ州、カンザス州、コロラド州、ネブラスカ州に至るオガララ帯水層と呼ばれる広大な地下帯水層の地下水を利用した「センターピボット方式」による大規模農業が展開されている。

この帯水層の地下水を利用するかんがい耕地は、米国全土のかんがい耕地の約 5 分の 1 にも及んでいない。しかしながら、降水によってかん養される水量（年間 60～80 億 m³）の約 3 倍にも上る年間 222 億 m³ の地下水を汲み上げているため、地下水位の低下が問題となっている。そして、これに伴う揚水コストの上昇等により、同帯水層に依存する多くの農民が、かんがい農業を放棄

しているといわれている。



写真-1.1 センターピボット方式によるかんがい風景

1.4 我が国の畑地かんがい施設整備の状況

畑地かんがい施設の整備を行う事業は、土地改良法に基づいて実施される土地改良事業に多くの事業制度が用意されており、平成 25 年（2013 年）時点において、畑地かんがい施設整備済み面積は全国で 46 万 ha となっており、畑全体の 22%が整備されている（表-1.1、図-1.6）。

表-1.1 全国の畑地かんがい施設整備状況(平成 25 年(2013)年時点)²⁾

項目		面積 (万 ha)	整備率 (%)
畑	耕地面積	207.2	—
	畑地かんがい施設整備済	45.7	22.1

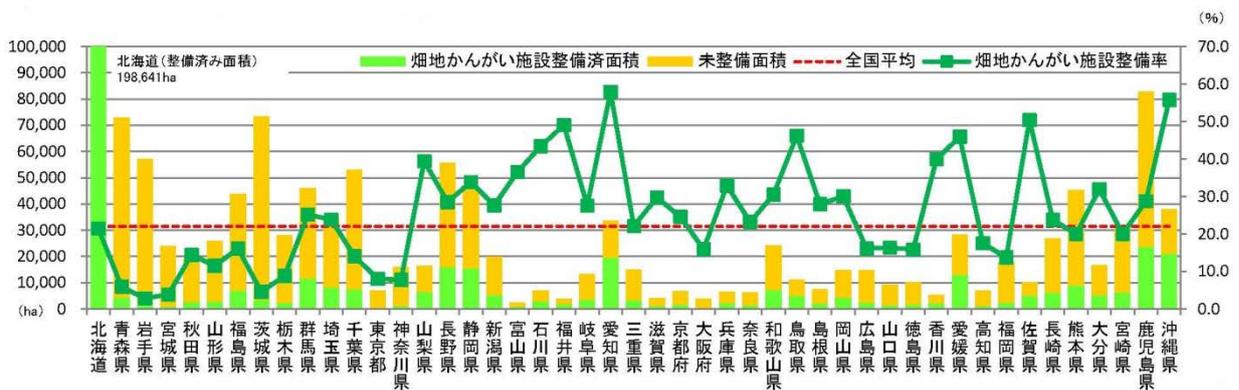


図-1.6 都道府県別及び全国平均の畑地かんがい施設整備状況（平成 25 年(2013 年)時点）²⁾

引用文献

- 1) 農林水産省食料・農業・農村政策審議会 農村振興分科会 農業農村整備部会 企画小委員会報告：世界のかんがいの多様性 持続的な水使用と健全な水循環の形成に向けて（2002）
- 2) 農林水産省統計部「耕地及び作付面積統計」（平成 25 年 7 月 15 日時点）、農林水産省農村振興局「農業基盤情報基礎調査」（平成 25 年 3 月 31 日時点）

参考文献

- 畑地灌漑の新展開－明日の畑かんを目ざして、（社）畑地農業振興会（1992）
- 農業水利研究会：日本の農業用水、pp42～54（1980）
- 畑地灌漑研究集会四十年の流れ、（社）畑地農業振興会（2002）
- 日本の畑地基盤－その現状と動向－、（社）畑地農業振興会（1988）
- 畑地かんがい検討会：畑地かんがいの手引き－畑作用水営農の技術と実践－、（社）畑地農業振興会（1985）
- 畑地と水－畑地灌漑技術の進歩－、（社）農地農業振興会（1984）
- 農林省農地局：日本農業と水利用（1960）
- 丸山利輔・中村良太・水谷正一・渡邊紹裕・黒田正治・豊田 勝・荻野芳彦・中曽根英雄・三野 徹：水利環境工学、朝倉書店（1988）

2. 農業用水の区分とその特徴

(基準 1.2 関連)

2.1 農業用水の区分

農業用水は、農業・農村の維持・発展に係る利水の総体であり、主としてかんがい用水と地域用水（営農用水を含む。）で区分される。その区分について、機能を考慮して整理すると表-2.1 のとおりとなる。

表-2.1 農業用水の区分

区分		機能	代表的な例
かんがい用水		作物の生育促進 栽培管理 施設の管理 水質の改善	苗代、代かき、深水、高温障害対策の掛け流し、準備用水（地下水位上昇、水田の融雪） 栽培環境の改善、気象災害の防止、管理作業の省力化 配水管理、水路維持、水位維持 農作物への被害防止
地域用水	かんがい用水以外の営農用水	洗浄 農業用施設の管理 家畜飲雑用	収穫物・農機具の洗浄 施設の保温・冷房 家畜飲用、畜舎の洗浄・冷房、牛乳の冷却
	狭義の地域用水	飲雑用 防火・消流雪 環境の維持等	農業集落等の飲用・生活用 防火用、農業集落一般の消流雪用 景観維持修景用（親水）、環境維持用（浄化）

畑地かんがい用水以外の農業用水を確保しようとする場合においては、農業用水の機能等を十分に検討した上で、必要な用水量を畑地かんがい用水量とは区分して取り扱う必要がある。

以下に、地域用水について解説する。

(1) かんがい用水以外の営農用水

かんがい用水以外に、農業を営むために利用される用水であり、収穫物・農機具の洗浄や施設の保温・冷房、家畜の飲用、畜舎の洗浄等のための用水が含まれる。

(2) 狭義の地域用水

営農用水以外の地域の生活に密接な関連を有する用水であり、農業集落等の飲用・生活用、防火用、農業集落一般の消流雪用、景観維持修景用、環境維持用等の用水が含まれる。

農業水利施設を活用して、新たに消流雪用水、環境用水を流す場合には、一般に市町村が水利権を取得し施設の他目的使用をしている。

なお、消流雪用水及び環境用水の取得については、国土交通省から許可基準等^{※1)2)}が発出されている。

ア. 飲雑用水

飲雑用水については、上水道の普及等により、需要は減少している。

イ. 防火用水

防火用水の使用は、流水の排他的かつ継続的使用に当たらないことから、水利使用の目的にはなり得ないという解釈がある。それゆえ、現在、水利使用目的に記載されている場合につい

ても、水量は「かんがい用水」の内数であることが多い。

ウ. 消流雪用水

豪雪地帯では、克雪対策の一環として、消流雪施設の整備が進められている。

エ. 環境用水

環境用水は、親水空間、修景等生活環境又は自然環境の維持、改善等を図ることを目的とした用水である。

2.2 農業集落排水処理施設処理水の再利用

夏場などの降雨の少ない期間においても農業用水を確保し、営農の安定を図るため、農業集落排水施設で処理された生活雑排水（処理水）を再利用している事例があり、概要を表-2.2に示す。

表-2.2 処理水をかんがい用水へ再利用した事例

区分	再利用の内容
事例その1	農業集落排水施設の処理水をため池にポンプで送水し、農業用水として再利用。ため池に直接流入していた生活雑排水が農業集落排水施設により適正に処理され、ため池の水質も改善。
事例その2	農業集落排水施設の敷地内への給水スタンドの設置及び農業集落排水施設に隣接するほ場への点滴かんがい用ホースの設置（個人設置）など、処理水をかんがい用水として再利用するシステムを構築。

2.3 農業用水の特徴

(1) 広域的な水循環

農業用水の大きな特徴は、自然界の水循環と融合した形で利用されていることにある。上水、工業用水等がその使用量の大部分を消費するのに対し、上流で取水され農地に導かれた農業用水は、使用后河川や地下水に還元され、下流で再び農業用水や都市用水などに利用される性格を持っており、顕著な特色を有している。また、水路を通る過程で、ろ過され酸素を取り込むことで、水質を浄化する機能が発揮される場合もある。

(2) 必要水量の変動

農業用水の必要量は、作物の生育の過程により変化するほか、気象条件、土壌条件等の自然的諸条件の変化等によっても影響を受けるという特性を持っている。

例えば、降雨量の変動は、かんがいの必要量を変動させるほか、その長期的な変動傾向は水源水量の安全度にも影響を与える。さらに、低温による生育の遅延等によってかんがい期間を延長することなど、気象条件によってかんがいの時期、期間、水量が変化することがある。

ほ場への取水が管水路から行われる場合には、給水栓の開操作の時間的集中に起因して、給水栓ごとの吐出量に大きな差が生じるなど、送配水管理上の障害が発生することがある。また、開水路形式の幹線用水路から管水路形式の配水施設に分水される場合には、分水量の短期変動が幹線用水路の水位・流量に影響して送水管理を不安定にすることもある。これらの障害を回避するためには、管水路形式の配水施設における用水利用の特徴を理解しておく必要がある。

許可基準等

-
- ※1) 消流雪用水の取扱いについて：平成4年8月31日付け建設省河調発第9号、建設省河調発第12号及び平成12年12月12日付け建設省河調発第8号、建設省河調発第12号
- ※2) 環境用水に係る水利使用許可の取扱いについて：平成18年3月20日付け国土交通省河調発第12号、国土交通省河流第7号

参考文献

-
- 山下 正：沖縄における下水処理水の農業利用の研究、農村工学研究所報告50、pp103～134（2011）

3. 土壌調査における土壌区分

(基準 2.3 関連)

3.1 土壌区分

土壌調査では、用水量、暗渠排水や客土の必要性等の検討のため、土壌の形態とその成因、形成過程、分布の状況等を把握し、土壌区分について整理を行う。

土壌区分は、施肥改善事業、地力保全基本調査及び農耕地土壌分類によって分類されている。このうち、最も新しい分類は農耕地土壌分類 第3次改訂版（平成7年3月）であるが、本分類に基づく土壌区分別の土壌改良対策が明確にされていないことや、土地改良事業における既存の土壌調査結果との対応が困難である等の課題がある。

そのため、本基準では、畑土壌の区分に当たり地力保全基本調査の取りまとめ成果である「農耕地土壌分類 第2次案改訂版」に準拠して、「土壌統」を基本的な単位として採用し取りまとめる。

なお、未調査地域及び既往調査以降から条件変化があった地域については、現地調査を実施して土壌区分を行う。

表-3.1 土壌群、土壌統群の一覧（農耕地土壌の分類 第2次案改訂版 昭和58年3月）

土壌群	土壌統群
01 岩屑土	(土壌統群なし)
02 砂丘未熟土	(土壌統群なし)
03 黒ボク土	厚層多腐植質黒ボク土、厚層腐植質黒ボク土、表層多腐植質黒ボク土、表層腐植質黒ボク土、淡色黒ボク土
04 多湿黒ボク土	厚層多腐植質多湿黒ボク土、厚層腐植質多湿黒ボク土、表層多腐植質多湿黒ボク土、表層腐植質多湿黒ボク土、淡色多湿黒ボク土
05 黒ボクグライ土	多腐植質黒ボクグライ土、腐植質黒ボクグライ土、淡色黒ボクグライ土
06 褐色森林土	細粒褐色森林土、中粗粒褐色森林土、礫質褐色森林土
07 灰色台地土	細粒灰色台地土、中粗粒灰色台地土、礫質灰色台地土、灰色台地土、石灰質
08 グライ台地土	細粒グライ台地土、中粗粒グライ台地土、礫質グライ台地土
09 赤色土	細粒赤色土、中粗粒赤色土、礫質赤色土
10 黄色土	細粒黄色土、中粗粒黄色土、礫質黄色土、細粒黄色土、斑紋あり、中粗粒黄色土、斑紋あり、礫質黄色土、斑紋あり
11 暗赤色土	細粒暗赤色土、礫質暗赤色土
12 褐色低地土	細粒褐色低地土、斑紋なし、中粗粒褐色低地土、斑紋なし、礫質褐色低地土、斑紋なし、細粒褐色低地土、斑紋あり、中粗粒褐色低地土、斑紋あり、礫質褐色低地土、斑紋あり
13 灰色低地土	細粒灰色低地土、灰色系、中粗粒灰色低地土、灰色系、礫質灰色低地土、灰色系、細粒灰色低地土、灰褐色系、中粗粒灰色低地土、灰褐色系、礫質灰色低地土、灰褐色系、灰色低地土、下層黒ボク、灰色低地土、下層有機質、灰色低地土、斑紋なし
14 グライ土	細粒強グライ土、中粗粒強グライ土、礫質強グライ土、細粒グライ土、中粗粒グライ土、グライ土、下層黒ボク、グライ土、下層有機質
15 黒泥土	(土壌統群なし)
16 泥炭土	(土壌統群なし)

3.2 土性の区分

土は、固相、液相、気相の三相から構成される。固相は、岩石の風化物である無機物と、植物を主とする生物の分解物である有機物からなり、特に、風化過程で岩石から二次的に生成された、粒径の小さい粘土鉱物を含む場合が多い。土の特徴を決める主要な指標の一つに、土の固相部分の粒径組成がある。国際土壌学会による区分では粒径によって、粘土 (<0.002 mm)、シルト (0.002 ~0.02 mm)、砂 (0.02~2 mm)、礫 (≧2 mm) の四つに分け、礫を除いた三つの質量比によって組成を表し、これを土性という。

土性を決める方法を大まかに述べると以下のとおりである。まず、土から礫や木の根、有機物等を取り除き、その後に 2mm より大きい粒子についてはふるい分け法を、それ以下については沈降法（ピペット法、比重計法、沈降質量法等）を用いて分ける。その結果から図-3.1 で示すような、横軸に粒径、縦軸に横軸に示す粒径以下の粒子の質量百分率をとった粒径加積曲線を描画する。粒径加積曲線をもとに、粒径の境界ごとの質量比から粘土、シルト、砂の質量割合を求め、図-3.2 に示すような土性三角図を用いることにより、12 区分(国際土壌学会)に分類した土性区分名(表-3.2)を決めることができる。

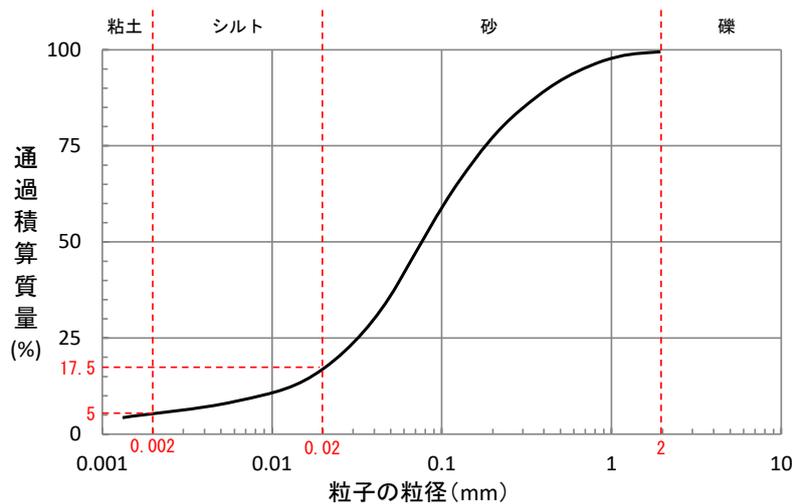


図-3.1 粒径加積曲線の例

【例】

図-3.1 の場合、土性は SL (砂壤土) となる。

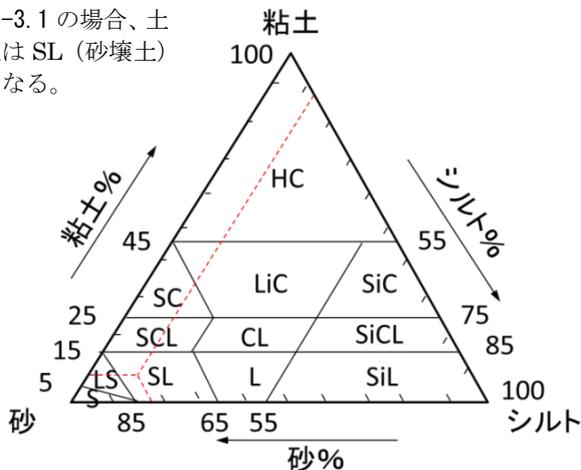


図-3.2 土性三角図の例 (国際土壌学会)

表-3.2 国際土壌学会による土性区分名

区分名	英名	記号
重埴土	Heavy Clay	HC
シルト質埴土	Silty Clay	SiC
軽埴土	Light Clay	LiC
砂質埴土	Sandy Clay	SC
シルト質埴壤土	Silty Clay Loam	SiCL
埴壤土	Clay Loam	CL
砂質埴壤土	Sandy Clay Loam	SCL
シルト質壤土	Silty Loam	SiL
壤土	Loam	L
砂壤土	Sandy Loam	SL
壤質砂土	Loamy Sand	LS
砂土	Sand	S

参考文献

-
- 宮崎 毅・長谷川周一・粕渕辰昭：土壤物理学、朝倉書店、pp3～4 (2005)
 - 農林水産省構造改善局事業計画課：国営土地改良事業調査計画マニュアル (1993)
 - 農業技術研究所化学部土壤第3科：農耕地土壌の分類－土壌統の設定基準および土壌統一覧表－第2次案改訂版 (1983)

4. インテークレートの調査

(基準 2.3 関連)

4.1 測定方法の区分

測定方法としては、シリンダーを使用するものやうね間湛水又はうね間の流入・流出量から減水深を測定するもの等がある。

(1) シリンダーインテークレート（スプリンクラかんがいのかんがい強度の決定に利用）

① 円筒法……地表流下を阻止した状態で単位時間当たりの供給水量を測定する方法

(2) ファローインテークレート（うね間かんがいに適用）

① うね間湛水法……単位時間当たりのほ場給水量（地下浸透量と横浸透量）を測定する方法

② 流入流出法……単位時間当たりの供給水量と地表流下量の差を測定する方法

4.2 測定地点の選定及び測定の時期

測定地点は、土壤調査結果から地区を代表するほ場を選定する。

測定に当たっては、土壤の含水比、地表面状態等の条件によってその値に差を生ずるので、そのほ場がかんがいを必要とする状態になるべく近い時期に行うものとする。

4.3 測定器具及び器具の配置

(1) 円筒法

一般的な測定器具は、鉄製円筒、打込鉄板、打込槌、フックゲージ、ストップウォッチ、水運搬用具等である。

鉄製円筒の長さ（高さ）は30～35cmとし、内径は28、29、30cmの3個をもって1組とする
とよい。

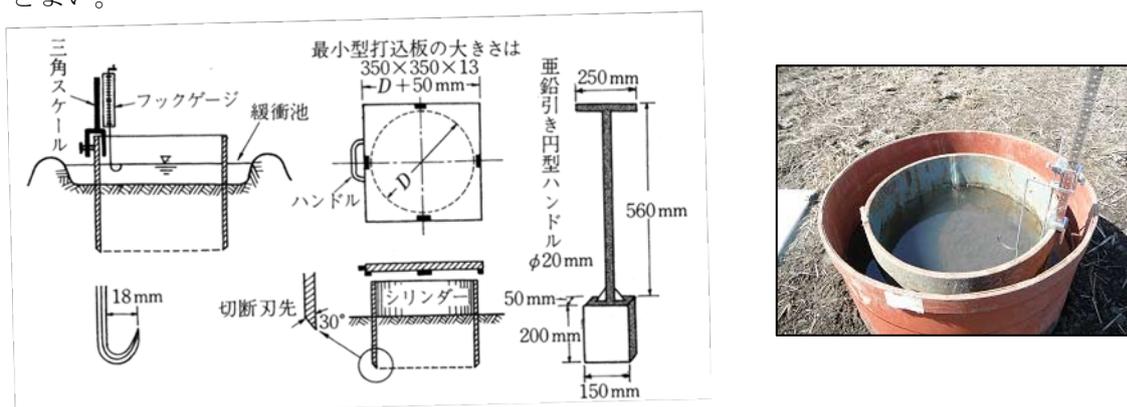


図-4.1 円筒法（左：測定器具及び器具の配置図、右：器具設置状況）

(2) うね間湛水法

一般的な測定器具は、給水タンク、止水鉄板、フックゲージ、ストップウォッチ、ショベル、水運搬用具である。

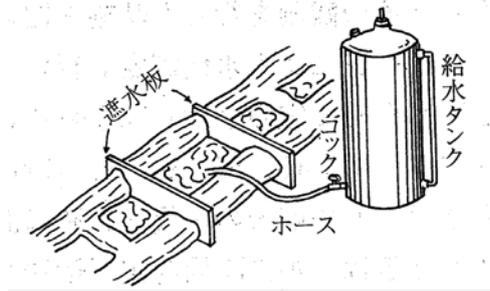


図-4.2 うね間灌水法

(3) 流入流去法

一般的な測定器具は、量水計、フックゲージ、ストップウォッチ、ショベル、巻尺、レベル、箱尺、テープ、杭、給水施設である。

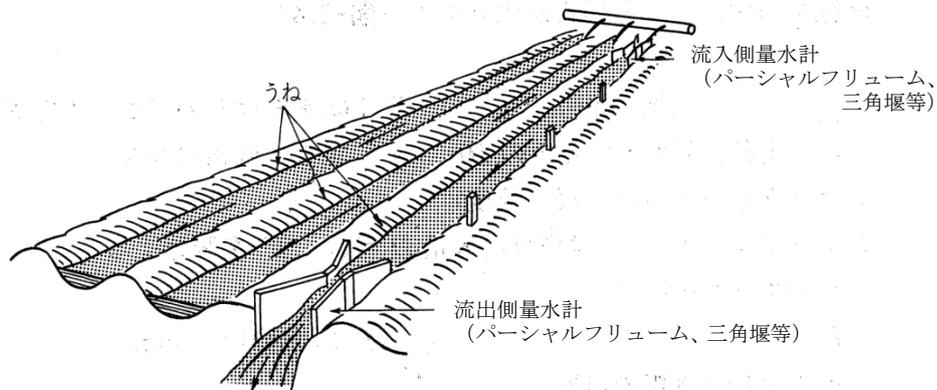


図-4.3 流入流去法

4.4 測定方法

(1) 円筒法

ア. 円筒の設置

この設置は、測定結果の精度を左右するものであるから特に入念に次の順序で行う。

- ① 円筒を調査地点に設置し、しっかり土壤に押しつける。
- ② 打込鉄板を円筒の中央に渡し、打込槌の柄を垂直に上下させて円筒の頂部を水平に保ちながら徐々に打込むこと。
- ③ 打込深さは約 20cm とする。ただし、比較的浅い位置に耕盤が存在する場合は、耕盤まで打込むこと。
- ④ 円筒の外側約 10cm のところに土手を設け緩衝池とする。この場合、緩衝池の内部の土壤を乱してはならない。水の便の悪いところや透水性の大きいところでは土手の代わりに金属製の円筒を使用すると、緩衝池を作るのに便利である。

イ. 測定作業（測定作業は次の順序による）

- ① 円筒内の泥ねい化を防ぐため、麻布又はビニル布を土壤面におく。
- ② 円筒内に水を満たし、その水深を 10～15cm とする。
- ③ 麻布又はビニル布を速やかに取り去る。
- ④ 同時にフックゲージにより水面高を測定する。このときに誤差を生じやすいため測定はで

きるだけ速やかに行うこと。

- ⑤ フックゲージの読取りとその観測を行った時刻を記録する。
- ⑥ 一定期間ごとにフックゲージによる水面測定を行い、その数値を記録する。測定の頻度は、水の浸入速度と照らし合わせて定めなければならないが、普通の土壌では、測定開始後 1、5、10、15、20、25、30、40、50、60 分後に行う。
- ⑦ 途中で水を加えるときは、その前後の水位を正確に記録しなければならない。
- ⑧ 測定値に異常を認めるときは、相当時間測定を継続した後円筒を抜き出して土壌の状態を観察、記録しておく。
- ⑨ 抜き出した円筒はよく清掃し、打込の際の土壌を乱さないようにする。

ウ. 測定結果の整理

(ア) 積算浸入量 (D)

3 個の円筒の中央値のものについて浸入曲線を作成しその定数を決定する。測定結果を両対数紙の横軸に経過時間 (T) をとり、縦軸に積算浸入量 (D) をとると、ほぼ直線を示すので次の式 (4.1) が成立する (図-4.4)。

$$D = C \cdot T^n \quad \dots \dots \dots (4.1)$$

ここで、

- D : 積算浸入量 (mm)
- T : 給水をはじめてからの経過時間 (min)
- C : 定数 ($T=1$ のときの D)
- n : 定数 (直線の勾配)

(イ) インテークレート (I) (浸入速度)

インテークレート (I) は積算浸入量 $D = C \cdot T^n$ を微分することによって得られる。

$$I = 60 \cdot C \cdot n \cdot T^{n-1} \quad \dots \dots \dots (4.2)$$

ここで、

- I : インテークレート (mm/hr)
- T : 経過時間 (min)
- n : 定数 (直線の勾配)

(ロ) ベイシックインテークレート (I_b)

インテークレートは、かんがいを始めてから時間が経過するに伴い次第に減少し、ついには一定の値に落ち着く。この状態におけるインテークをベイシックインテークレートといい、不飽和土壌における透水性を表す。

ベイシックインテークレートは、浸入率曲線の時間による変化率が 10% に低下したときの値として定め、ベイシックインテークレートに達するまでの時間 (T) は、 $T = 600 \cdot (1-n)$ で表される。

ベイシックインテークレート (I_b) は C 、 n の値から次の式 (4.3) によって求めることができる。

$$I_b = 60 \cdot C \cdot n \cdot \{600 \cdot (1-n)\}^{n-1} \quad (\text{mm/hr}) \quad \dots \dots \dots (4.3)$$

なお、測定された浸入曲線から (I_b) を求めるためには、(T) に対応する浸入速度を求めればよい。すなわち、その値が (I_b) である。(スプリンクラかんがいの許容かんがい強

度は技術書「20. スプリンクラの散布特性」を参照すること。

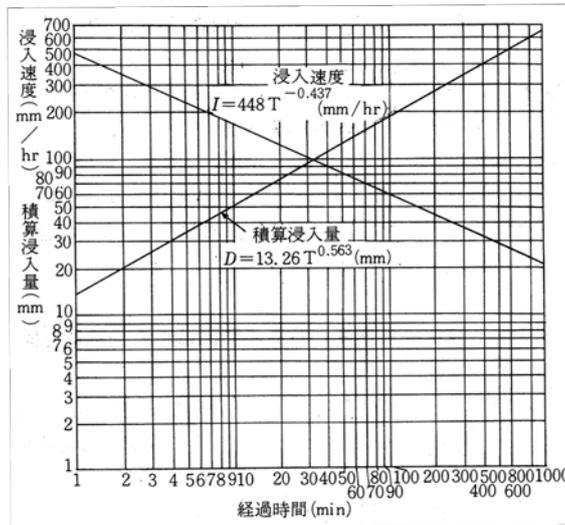


図-4.4 浸入曲線の例

(2) うね間湛水法

ア. 測定方法

図-4.2のように50~100cmの間隔ごととうね間に鉄板、その他のものを用いて堰を作り、うね間に湛水させる。測定は、円筒法と同様の要領で行う。この場合の給水は、浸入量が多いので給水タンクを用いると便利である。この方法は、測定が簡単なため現場測定には適しているが、土性によっては実際のかんがいの場合と異なる値を示すこともある。

イ. 測定結果の整理

測定したDとTとの関係は、測定時の水面幅についてのものであり、この値からほ場全体についてのDとTの関係を求める。ほ場当たりのDとTの関係を求めるには測定時の水面積とうね幅の比を乗じて補正する。

$$D_f = \frac{b}{B} \cdot C \cdot T^n \quad \dots \dots \dots (4.4)$$

ここで、

- D_f : ほ場当たりの積算浸入量 (mm)
- B : うね幅 (cm)
- b : 通水幅 (cm)
- T : 経過時間 (min)
- C, n : 定数

(3) 流入流去法 (うね間インタークレート)

この方法は、うね間に適当な流量を流し、流入量と流出量を測定し、その差から平均うね間浸入量を求めるものであり、実際のかんがいと同一条件で測定を行うため、最も適当な値が得られるが、測定作業が煩雑であり、相当な面積と大量の用水を必要とする。

うね間インタークレートは、単位時間にうね間の単位面積に水が浸入する量であり、横方向にも浸入する点がシリンダーインタークレートと異なっている。

ア. 測定方法

- ① 水足の速さ（技術書「24. 地表かんがい」を参照すること。）の測定結果から、適当と考えられる水量（かんがい労力の時間配分に都合良く、かつ浸食に対して安全な流量）を試験流量として採用する。
- ② うね間の断面形は慣行のものとし、試験うね長は、勾配が大きいときは 50m、勾配、水足の速さともに小さいときは 25m 又はそれ以下とする。
- ③ うねの始端と末端にパーシャルフリューム等を設置し、水足が末端に達したときから一定時間ごとに流入流出量の測定を行う。この場合、積算浸入量は直接測定できないので、経過時間と瞬間浸入速度（ i ）（L /min）（単位時間内のうね始端流入量と末端流出量の差）を実測することになる。
- ④ 測定結果の整理

土壌への水の浸入量、浸入速度と時間の間には円筒浸透量と同様 $i = K' \cdot T^n$ の関係が成立する。

うね間かんがいでは、うね間インテークレートを測定するが、この場合はうね間インテークレートからほ場当たりのインテークレートに換算する必要がある、この関係は次の式 (4.5) のとおりである。

一般には、インテークレートは mm/hr で表示されることから

$$I = \frac{60 \cdot i}{L \cdot B} = \frac{60 \cdot K'}{L \cdot B} \cdot T^n \quad (\text{mm/hr}) \quad \dots \dots \dots (4.5)$$

ここで、

L : うねの流入端から流出端までの距離

B : うね幅

として、ほ場当たりのインテークレートに換算する。

ここで、 $K = \frac{60}{L \cdot B} \cdot K'$ とおくと、mm/hr で表したほ場当たりのうね間インテークレートは次の式 (4.6) のようになる。

$$I = K \cdot T^n \quad (\text{mm/hr}) \quad \dots \dots \dots (4.6)$$

ここで、

K, n : うね間のインテーク定数