

アジア地域砂漠化防止対策マニュアル

技術マニュアル

～現地技術者のための活動・普及マニュアル～



独立行政法人 緑資源機構

発刊にあたって

独立行政法人緑資源機構(J-Green)は、日本国政府（農林水産省）の政府開発援助予算を受けて、開発途上国の農業農村開発に資するため、自然資源、社会経済、農業実態の調査とそれらに関する資料の収集・情報の整備を実施している。

これらの活動の重点テーマとして地球環境問題への取り組みがあり、人口増加、食糧不足、貧困やその他の要因による土地の劣化、水や自然植生等自然資源の枯渇が懸念されるなど、地球環境保全の観点からも重大な問題が生じている。

中国等のアジアの乾燥・半乾燥地域においては、西アフリカと同様に過酷な自然条件とともに過放牧や塩類集積等の農牧林業に係る人為的要因が主体となって砂漠化が進行しており、特に中国においてはその影響が甚大であり、地下水位の低下、河川の枯渇、植生の衰退、砂嵐や黄砂の発生等により持続的発展と社会の進歩の妨げとなっている。

これに対処するため、緑資源機構は、西アフリカのサヘル地域における砂漠化防止対策の経験と技術を活用し、持続的な農業・農村開発技術を確立することにより、アジアの乾燥・半乾燥地域における砂漠化防止対策の推進に資するため、平成 11 年度より農林水産省の補助金を受けて、中国新疆ウイグル自治区アルタイ地区において調査を行うこととした。

新疆ウイグル自治区アルタイ地区での農牧業は、アルタイ山脈からの雪解け水を利用した砂漠の縁辺部でのオアシス農業とアルタイ山脈の草原を季節的に移動する遊牧による牧畜が中心であり、過放牧による自然草地の荒廃、即ち、砂漠化の問題が顕在化している。

本調査では、こうした過放牧の要因を明確化し、牧民の定住化を介した持続的な農牧業の展開により自然草地の荒廃を削減するための技術について、牧民の参加を得て実証・確立することを目的としている。

本対策マニュアルは、こうした調査において得られた成果をとりまとめたものであり、「ガイドライン」「技術マニュアル」「農牧民テキスト」で構成され、現地の牧民はじめ行政機関等の技術者が容易に利用し実践できるものとなっている。

この対策マニュアルが、中国新疆ウイグル自治区をはじめ自然草地の荒廃削減を目指すための農業農村開発を企画あるいは実施しているアジアの類似地域で利用され、過放牧の解消と併せ牧民の持続的な営農に貢献できることを切に願うものである。

なお、この対策マニュアルを作成するにあたっては、国内外の多くの方々からご指導とご協力をいただいた。特に、農林水産省、在中国日本大使館、国際協力機構北京事務所、国内技術検討委員会、中国農業部、新疆ウイグル自治区畜牧庁、アルタイ市、ハバカ県、そして調査地域の住民に対して、ここに記して、改めて感謝の意を表する次第である。

平成 18 年 3 月

独立行政法人 緑資源機構
海外事業部
部長 池内 透

前 書 き

生態環境と社会の発展ということは、今の国際社会に注目されている重大な問題である。砂漠化防止や地球環境保護等の措置により、持続可能な発展を実現させることは、地球規模での緊急的、重大な任務である。世界の3分の2の国家或いは地域、5分の1の人口、4分の1の陸地が砂漠化の被害を受けている。砂漠化は人間の生存と社会の発展の基礎を直接的に破壊し、貧困を招き、経済と社会の発展を阻害する要素となっている。

新疆ウイグル自治区は中国の西部に位置し、中国において砂漠化した面積が最大で、分布が広く、被害が深刻だった省（自治区）であり、世界中にも砂漠化被害が深刻な地域の一つだと言える。新疆の面積は166km²であり、その中に砂漠、ゴビおよび廃棄された土地は既に80 km²以上に達し、総面積の48%以上を占め、砂漠化した草原は8000万 haに達している。砂漠化を防止し、砂漠化した土地や退化された草原を総合的に改善する任務は非常に重大である。環境劣化の進行を抑制するため、新疆ウイグル自治区人民政府が西部大開発の機会を受け、効果的な措置を取り、2000－2005年の期間で、重点的に砂漠化防止と生態環境整備を実施し、新疆生態環境の改善に取り組み砂漠化防止の分野で多くの経験や成果をあげた。これらは砂漠化防止の面において国際的にも良い基礎を定めた。

日本緑資源機構（J-Green）は、アジア地域における農業・農村開発によって砂漠化防止対策を検討するため、1999年から新疆のトルファン、アルタイ地区などで2年間の基礎調査を実施した。新疆ウイグル自治区の「人進砂退」（人間の努力で砂漠化した面積を縮小する）というスローガンと、農業総合開発および牧民の定住を介して砂漠化防止を実現するなど基本的な理念は、日本緑資源機構の「農業・農村開発によって砂漠化防止対策を推進する」という主旨に合致している。このため、2001年9月18日、日本緑資源機構と新疆ウイグル自治区畜牧庁は、アジア地域砂漠化防止実証調査の覚書を締結した。それによって、アルタイ地区アルタイ市アラハクと同地区ハバカ県ケルダラという二つの調査地区において、砂漠化防止実証調査を展開した。

砂漠化防止の実証調査は二つの内容を含んでいる。一つ目は砂漠化防止の対策技術の調査である。実証調査に携われている調査団と中国側技術者と協力し、水利、気象、土壌、造林、農作物新品種の普及、家畜の飼養管理など多くの分野で数多くの研究をされた。二つ目は実証圃場の整備である。飼料生産地、防風林、用水路および道路を18000ムー開発して、180戸の牧民が定住した。5年間の努力で、著しい成果が発現され、アジア地域砂漠化防止実証調査は円満に成功を収めた。

アジア地域砂漠化防止実証調査において得られた成果は、今回出版された「アジア地域砂漠化防止対策マニュアル」として取りまとめられた。これは「ガイドライン」「技術マニュアル」「農牧民テキスト」を含んでいる。日中両国専門家の知恵と心血が凝集した「アジア地域砂漠化防止対策マニュアル」は、新疆および中国西部地域の砂漠化防止事業に、積極的な指導と重要な参考になる。この本の出版は、必ず日中両国の砂漠化防止成果の交流を促進することに積極的な貢献になるとと思われる。

本マニュアルの出版にあたって、長期にわたり、アジア地域砂漠化防止実証調査事業を支持して下さった日本農林水産省、在中国日本大使館、国際協力機構、緑資源機構における指導者や専門家、中国農業部、自治区外事弁公室、アルタイ地区など機関の指導者や同士および調査地域の幹部や民衆に、心から感謝と敬意を表す。

2006年3月

新疆ウイグル自治区畜牧庁
庁長 フベドラ・ハセイン

アジア地域砂漠化防止対策調査 位置図



アジア地域砂漠化防止対策マニュアル 技術マニュアル 目次

第 1 編 はじめに	i
第 1 章 アジア地域砂漠化防止対策調査について	i
1.1 調査の背景	i
1.2 アルタイ地区における従来の遊牧システムと自然草地の荒廃	i
1.3 アルタイ地区における従来の定住化事業の課題と新たな対策の必要性	ii
第 2 章 アルタイ地区における砂漠化防止対策の考え方	iv
2.1 砂漠化防止対策の考え方	iv
2.2 基本構想の柱	iv
2.2.1 生活基盤整備（BHN）	iv
2.2.2 農牧林業技術の確立	v
2.2.3 法の遵守	vi
2.3 基本構想の姿	vi
第 3 章 アジア地域砂漠化防止対策マニュアルについて	vii
3.1 目的	vii
3.2 構成	vii
3.2.1 対策マニュアルの位置付け	vii
3.2.2 対策マニュアルの活用方法およびポイント	viii
第 2 編 技術マニュアル	1
第 1 章 営農類型の設定	1
1.1 営農類型設定に当たっての基本的な考え方	1
1.2 営農類型の紹介	1
1.2.1 牧畜主体Ⅰ型	1
1.2.2 牧畜主体Ⅱ型	2
1.2.3 牧畜・農業複合型	2
第 2 章 生産技術	4
2.1 定住地での活動	4
2.2 牧畜主体Ⅰ型	4
2.2.1 飼料生産	4

(1) 目的	4
(2) 粗飼料の種類	4
(3) 特徴	5
(4) アルファルファ栽培	6
2.2.2 牧草の乾草調製	9
(1) 目的	9
(2) 手順	9
(3) 方法	9
2.2.3 飼養管理施設の効率化技術	12
2.2.4 羊の季節外繁殖技術	13
(1) 目的	13
(2) 手順	13
(3) 方法	13
2.3 牧畜主体Ⅱ型	19
2.3.1 飼料作物生産	19
(1) トウモロコシ栽培	19
(2) サイレージ調製	22
2.3.2 羊の肥育技術	28
(1) 目的	28
(2) 手順	28
(3) 方法	28
2.3.3 牛の飼養	32
(1) 目的	32
(2) 手順	32
(3) 方法	32
2.4 牧畜・農業複合型	35
2.4.1 換金作物生産	35
(1) 作目の選定	35
(2) 作期決定	37
(3) 圃場作り	38
(4) 水管理・肥培管理技術、栽植密度の決定	39
(5) 最適条件が得られない場合の対策	42
(6) 収穫・調製・販売	43
(7) 代表的な作物の栽培法（ダイズ）	43
(8) 代表的な作物栽培法（油ヒマワリ）	47
(9) 代表的な野菜の栽培法（ハミウリ）	48

(10) 換金作物生産技術の普及方法	50
2.4.2 有害生物対策	51
(1) 雑草防除	51
(2) 病害虫防除	52
(3) 有害動物防除	53
2.4.3 持続的循環型農業	55
(1) 有機物の施用	55
(2) 堆厩肥製造	55
(3) 緑肥栽培	57
(4) 輪作	58
(5) 家庭菜園	59
2.5 持続可能な農牧業カレンダー	63
第3章 圃場管理技術	65
3.1 荒廃地での農地開発留意点	65
3.1.1 概要	65
3.1.2 事前作業	66
(1) 砂丘測量	66
(2) 砂丘造成率試算	67
(3) 現地踏査	67
(4) 施工方法決定	68
(5) 施工	69
3.1.3 事後作業	69
(1) 造成箇所灌水	69
(2) 造成率調査	70
3.2 生産維持・向上のための水利用	72
3.2.1 圃場水管理の改善	72
(1) 播種前の準備作業	74
(2) 灌漑を始めるにあたって～圃場レベルでの効率的な灌漑方法～	77
(3) 播種後の水管理 ～作物消費水量と圃場内用水路の関係～	79
3.2.2 塩類集積の発生と改善	87
(1) 概要	87
(2) 塩類集積のメカニズム	87
(3) 塩類集積の原因	88
(4) 塩害防止対策	88
(5) 塩類土壌地域の作物の選択	91
(6) 塩類土壌の管理	91

3.3	土地保全のための防風林	95
3.3.1	防風林の設置	95
3.3.2	設置計画	95
	(1) 植栽樹種の選定	95
	(2) 防風林のデザイン	97
	(3) 必要植栽本数	100
	(4) 法制度	101
	(5) 全体計画、年次別計画	101
3.3.3	苗木生産	102
	(1) 目的	102
	(2) 種子・挿木苗の採取	102
	(3) 苗畑の設置	102
	(4) 育苗方法	103
	(5) アルタイ市アラハク郷における育苗	103
3.3.4	植栽の実施	104
	(1) 植栽の時期	104
	(2) 植栽の実施	104
	(3) 植林の実施主体	107
3.3.5	防風林の管理	108
	(1) 目的	108
	(2) 管理作業	108
	(3) 植栽木の生育状態の診断	111
	(4) 管理へのインセンティブ	114
3.4	圃場管理カレンダー	115
第4章	組織的活動	117
4.1	営農指導	117
4.1.1	目的	117
4.1.2	営農指導の方法	117
	(1) 先進地視察	117
	(2) 研修会	118
	(3) ワークショップ	118
	(4) セミナー	118
	(5) アンケート調査	118

4.2 組織的活動	119
4.2.1 組織的活動を促す取り組み	119
4.2.2 家庭菜園の取り組みによる女性の組織的活動の醸成	119
4.2.3 機械の共同利用	121
(1) 目的	121
(2) 機械利用の現状把握	121
(3) 作業手順と必要機械の把握	121
4.2.4 農畜産物の共同販売	122
(1) 目的	122
(2) 共同販売の現状	123
4.2.5 連絡手段	123
4.3 水管理組織の設立と運営	124
4.3.1 輪灌漑	124
(1) 目的	124
(2) 方法	125
4.3.2 施設の維持管理	127
(1) 目的	127
(2) 方法	127
4.3.3 経費管理	128
(1) 目的	128
(2) 方法	128
4.3.4 水管理に関する教育と普及活動	131
4.3.5 地域社会に根ざした水利用	131

第1編 はじめに

第1章 アジア地域砂漠化防止対策調査について

1.1 調査の背景

中国等のアジアの乾燥・半乾燥地域においては、西アフリカの乾燥・半乾燥地域と同様に過酷な自然条件とともに過放牧や不適切な灌漑による塩類集積等の人為的要因により砂漠化が進行している。特に、1997年2月に砂漠化対処条約（United Nations Convention to Combat Desertification）を受諾した中国においては、砂漠化が年間2,460km²の速度で進行しており、世界で最も砂漠化の影響が深刻な国の一つとなっている。

砂漠化は深刻な環境問題として、中国の持続的発展と社会の進歩の妨げとなっており、河川の枯渇、地下水位の低下、植物密度の減少および砂嵐や黄砂の頻発により耕作可能地は減少し、砂漠化が進んでいる。その結果、農牧業にも多大な影響を及ぼしており、地域の社会、経済に根ざした砂漠化防止対策を確立することが急務な状況となっていた。

このような背景のもと、緑資源機構は、農林水産省の補助金をうけて1993年から6年間、中国や中央アジア諸国を対象に、砂漠化の進行状況や各国の砂漠化防止対策等に関する調査を行った。その結果、乾燥・半乾燥地域における営農形態を代表する遊牧が広く行われている中国新疆ウイグル自治区において、家畜の過放牧による自然草地の劣化が進行していることが明らかとなった。

その理由としては、従来の遊牧サイクルでは栽培可能な農地を持たないため、草地資源の生育が少ない季節にも放牧すること、また、定住化事業によって越冬飼料の生産が可能となったにもかかわらず家畜の販売に特化した経営を継続することで家畜の増頭に歯止めが掛からない状況となっていること等が挙げられる。

この調査結果を踏まえ、緑資源機構は2001年度より2005年度までの5年間、従来の定住化事業の課題を踏まえた、遊牧民の定住化による持続可能な農牧林業の展開を目指した開発手法の検討および技術の実証を行うアジア地域砂漠化防止対策調査（以下「砂漠化防止対策調査」という。）を実施することとした。

調査対象地域としては、農牧民が広く居住し、これまで定住化事業が実施されてきたが、過放牧の低減につながらず自然草地の劣化が進行している新疆ウイグル自治区アルタイ地区を選定した。

なお、遊牧民が定住したときの呼称については、砂漠化防止対策調査では農業に従事する定住牧民という意味を込めて農牧民とした。

1.2 アルタイ地区における従来の遊牧システムと自然草地の荒廃

アルタイ地区の遊牧は標高による植生や気象の違いを利用して季節とともに移動する形態をとっているが、その範囲と経路はほぼ決まっている。遊牧ルートは平地から低標高の山間地にあり、地形上の関係から垂直的な放牧というより距離を長く移動

する水平移動をとっており、年間を通じて約500kmの距離を移動している。基本的に、この移動領域と移動経路は、各季節における牧草の量や状態を考慮して地元の行政機関が決めたものであり、遊牧民は行政機関から与えられた草地利用権に基づき自然草地を移動する。しかし、従来の遊牧システムでは、飼料作物の栽培農地を持たないことから、草原の植生が少ない秋、冬、春にも遊牧を行い、それぞれの放牧地である秋牧場、冬牧場、春牧場は過負荷の状態となっていた。

1.3 アルタイ地区における従来の定住化事業の課題と新たな対策の必要性

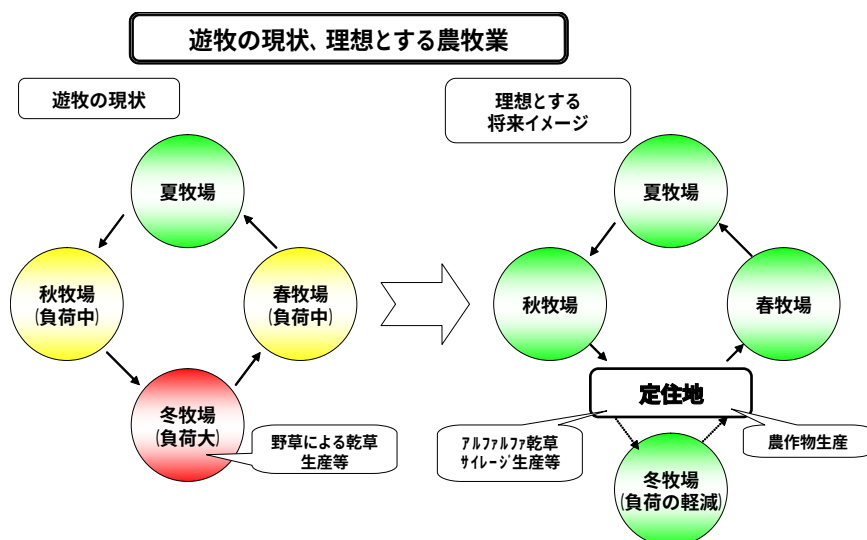
自然草地は、羊等の遊牧を生業としている農牧民にとっては重要な生産基盤であり、持続的に遊牧を行っていくうえで、その保全は重要である。しかし、既述したように、家畜の増頭がもたらす過放牧により自然草地の荒廃が進んでおり、これまでの定住化事業がこのような過放牧を助長していた面もあった。

即ち、これまでの定住化事業では、過放牧による草地の荒廃に対する認識の欠如から、整備された生産基盤における飼料作物や換金作物の生産が家畜の増頭を助長するように機能し、自然草地の負荷を増大させてきた。こうした状況は、従来の定住化事業は少数民族対策、貧困対策として実施されたことが大きな要因となり、下記のような課題をもたらしたといえる。

従来の定住化事業の課題

- ①定住地での越冬飼料の生産が家畜の増頭のために使われた。
- ②定住地での換金作物生産が家畜頭数の削減に結びついていない。(代牧による牧業の継続)
- ③自然草地の保全を考慮して農牧技術を適用していない(対策技術と実行モデルの欠如)
- ④定住地インフラ整備が住民の希望に添っていない。(定住後の生活基盤の不備)
- ⑤自然草地の保全を考慮した放牧システムとなっていない(法規制と遵守意識の欠如)

こうした状況を解決するには、自然草地に負荷をかけずに農牧民の安定的な農業生産活動が維持されるような対策を講じるとともに、自然草地を管理する行政機関と一体となった取組が必要となる。そのため、定住化により自然草地に負荷をかけない放牧システムと、従来の定住化事業の課題を踏まえた、農牧民による持続可能な農牧林業の展開に向けた対策を提言することとした。



【従来の定住化事業】



モノカルチャーな生産形態



規制が守られない遊牧



春・秋・冬牧場

【本砂漠化防止対策としての定住化事業】



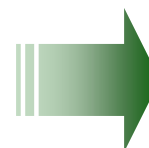
定住地インフラの整備



定住地での農牧林業
の確立



法の遵守
意識の醸成



3つの柱が機能した場合の各牧場

第2章 アルタイ地区における砂漠化防止対策の考え方

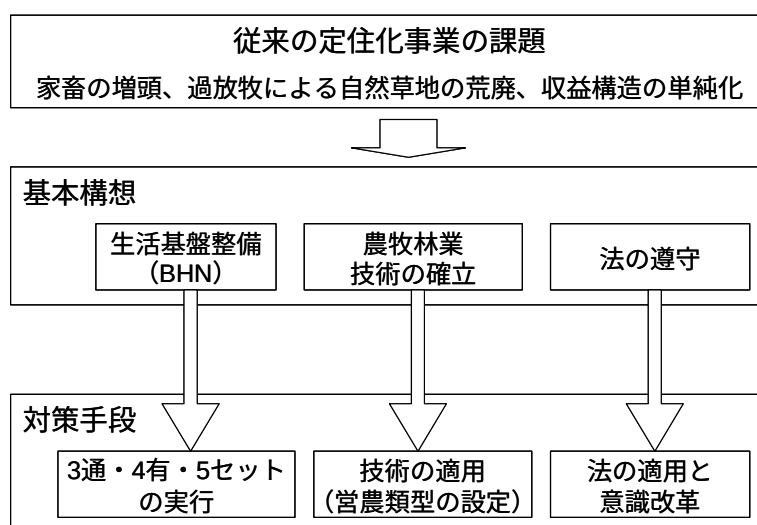
2.1 砂漠化防止対策の考え方

アルタイ地区における過放牧による自然草地の荒廃を抑制するためには、定住農牧民の生活基盤整備と併せ、定住地において越冬飼料の自給生産、収入の多様化等、安定した生産活動が営まれることが必要であり、それによって春・秋・冬牧場の植生回復が図られ、砂漠化防止に繋がると考えた。

このことから、砂漠化防止対策調査では、従来の定住化事業における家畜の増頭、過放牧、収益構造の単純化等の課題を踏まえた、遊牧民の定住化による持続可能な農牧林業を展開するため、以下の図にあるように、定住地の生活基盤整備（BHN, Basic Human Needs）、農牧林業技術の確立および過放牧や樹木伐採を規制するための適切な法の遵守からなる基本構想を策定し、それに基づいた対策手段を講じた。

このうち砂漠化防止対策調査で行った実証内容は、持続可能な農牧林業を展開するための技術開発である。その技術は「越冬飼料の自給生産」や「農地の保全、管理」等の生産、圃場管理の技術と、「組織的活動」等の普及指導の手法からなり、自然草地の負荷を軽減するとともに、家畜の増頭を代替える収益の確保を図るようになるものである。

なお、生活基盤整備（BHN）と法の遵守については、地元行政機関等の事業実施主体によって滞りなく推進されることが欠かせない要件である。



2.2 基本構想の柱

2.2.1 生活基盤整備（BHN）

定住により安定した生産、生活を営むためには、生活基盤整備により生活改善が図られなければならない。アルタイ地区では、次表にあるような「3通・4有・5セット」を定住化事業の実施主体が整備しているが、このうち住宅および畜舎については一部行政機関からの助成（現物支給）を受けて定住農牧民が自己資金で建設することになっている。

3 通	道路、水道、電気
4 有	住宅、畜舎、飼料畑、保護林
5 セット	病院（診療所）、学校、商店、公民館、普及・技術センター

2.2.2 農牧林業技術の確立

定住後に家畜の増頭に繋がらない持続的な営農活動が行われるような農牧林業技術を確立するため、砂漠化防止対策調査では以下の内容を実証し、技術開発を行った。

区分	内容	方法
生産技術 圃場管理技術	越冬飼料の自給生産	家畜飼料生産
	収入の多様化	換金作物生産
	家畜飼養の改善	羊繁殖分散化、肥育、牛周年飼養
	農地の保全、管理	水利用計画の策定
		農地開発
		防風林帯設置
普及指導	営農改善	営農意識改革
	営農指導	営農技術の習得
	意識改革を踏まえた組織的活動	機械の共同利用
		農畜産物の共同販売
		水管理組織の設立

また、確立された農牧林業技術を用いて砂漠化防止に繋げるためには、営農類型を設定することが有効である。設定にあたっては、定住農牧民の労働力や経営力等を考慮する必要があり、砂漠化防止対策調査では次の3タイプを設定した。なお、各類型の自然草地への負荷軽減効果（砂漠化防止に貢献する効果）は、圃場での作物栽培面積によって換算できる（次表参照）。

	牧畜主体Ⅰ型	牧畜主体Ⅱ型	牧畜・農業複合型
①経営内容	羊の繁殖・販売中心	羊の繁殖、羊の肥育、牛の飼養	牧畜と農業の複合
②改善点	羊の季節外繁殖	サイレージ、羊の肥育、牛の飼養	換金作物の生産・販売
③土地利用	アルファルファ	アルファルファ、トウモロコシ	アルファルファ、トウモロコシ、ダイズ、野菜等
④自然草地（春・秋・冬牧場）への負荷軽減効果	アルファルファ1ムーの生産で、羊1頭、180日分の負荷軽減が期待	トウモロコシ1ムーの生産で、羊2頭、180日分の負荷軽減が期待	ダイズ1ムーの生産・販売で、羊2頭分の収入を確保（羊2頭飼養削減に相当＝羊2頭、180日分の負荷軽減が期待）

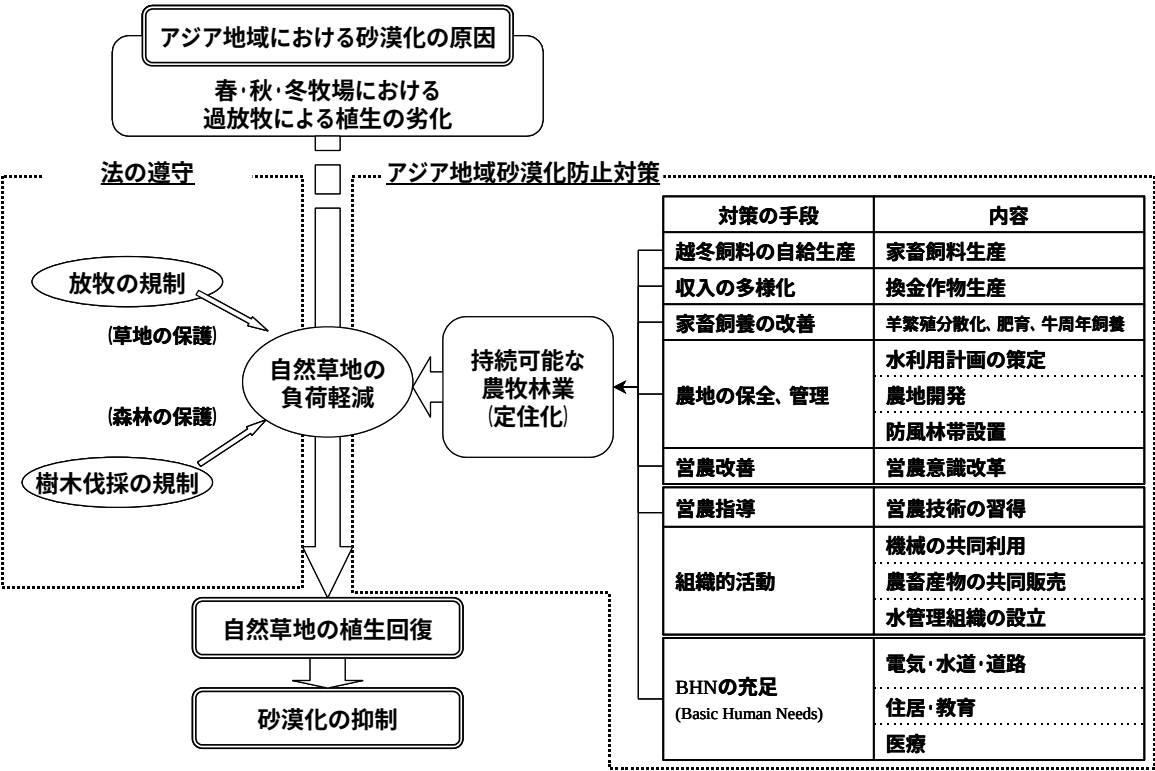
定住地での舎飼い期間：180日、1ムー：667m²

2.2.3 法の遵守

過放牧や樹木の伐採を抑制するためには法制度を遵守することが欠かせない要件である。法は国全体に適用されるものであるが、その運用にあたっては地域の実情に応じた規則等が定められ、それに即して細かな運用がなされている。したがって、適切な法の運用とそれを受け入れる側の遵守意識を向上させることが重要である。

2.3 基本構想の姿

これまで述べてきた基本構想の柱をまとめると下図のような姿になる。



第3章 アジア地域砂漠化防止対策マニュアルについて

3.1 目的

本対策マニュアルは、自然的要因に加え、過放牧等の人為的な要因により砂漠化が進行している地域において砂漠化防止対策を確立するため、砂漠化防止対策の計画策定、実施を担当する技術者が必要とする情報を提供し、持続可能な農業農村開発に資することを目的に作成されたものである。

適用地域としては、アジアの乾燥・半乾燥地域のうち、遊牧民の定住化事業が行われ、灌漑農業が出来る地域を想定している。

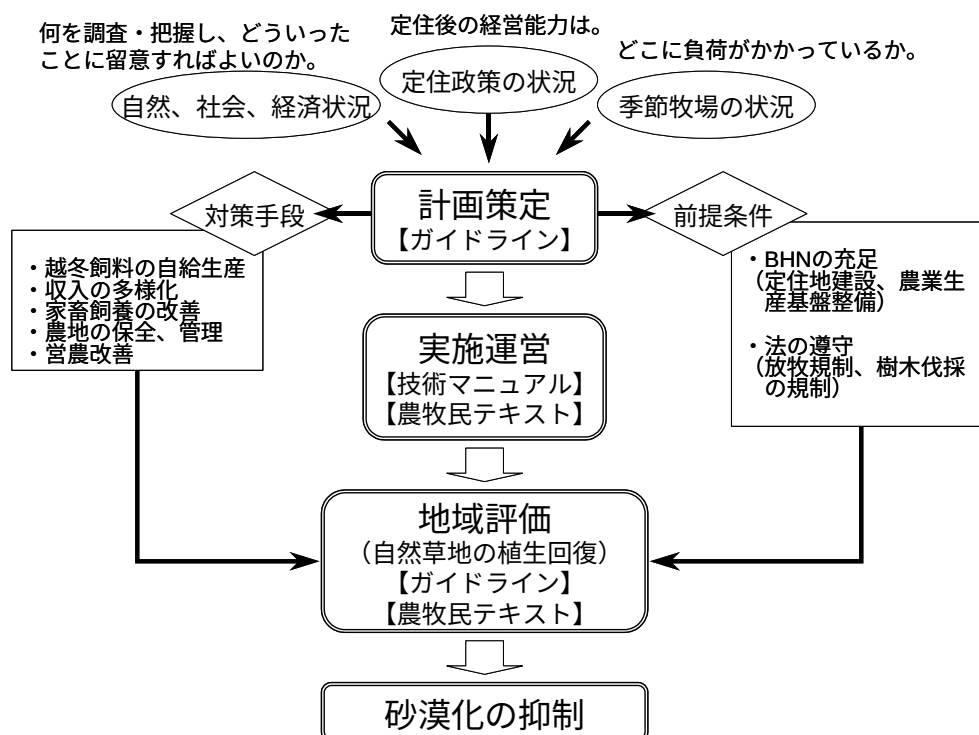
また、国際機関や NGO が類似の事業を実施する場合にも活用されることを期待している。

3.2 構成

アジア地域砂漠化防止対策マニュアルは、利用する対象者によって使い分けが出来るようにガイドライン、技術マニュアルおよび農牧民テキストの3部構成としている。

3.2.1 対策マニュアルの位置付け

各作業段階におけるアジア地域砂漠化防止対策マニュアルの位置付けは以下のとおりであり、計画策定にあたっては主にガイドラインを、実施運営にあたっては技術マニュアルおよび農牧民テキストを、また、自然草地の植生回復のための地域評価についてはガイドラインおよび農牧民テキストを利用されたい。



3.2.2 対策マニュアルの活用方法およびポイント

本対策マニュアルの活用方法およびポイントは以下のとおりとなっている。

構成区分	活用方法およびポイント
ガイドライン	<u>1. 活用方法</u> 砂漠化防止対策に係る計画を策定するための手引き書として活用されることを想定している。 <u>2. 対象者</u> 砂漠化防止対策の計画策定、実施を担当する技術者 <u>3. ポイント</u> ・事前に把握すべき状況や課題（地域の自然、社会、経済状況、定住化事業や放牧先である季節牧場の状況およびそれらに関する課題等）について取りまとめておくことが望ましい事項を総合的に解説している。 ・概論にとどまらず、アルタイ地区の事例も交えて紹介している。 ・地域の環境保全と定住地での安定した営農活動が行われるよう留意している。すなわち、単なる定住化のための事業ではなく、定住地での生産、生活が安定することによって春・秋・冬牧場への放牧抑制が可能となり、自然草地の植生が回復し、砂漠化の拡大防止に繋がる対策としている（環境と生活の2面を包括）。 <u>4. 構成</u> 第1章 ガイドラインの構成 第2章 計画策定の要点 第3章 計画策定の手順 第4章 緑資源機構による実証調査事例の紹介 第5章 参考資料 計画策定から実施までの流れは以下のとおり。 ・現況調査 ・課題の抽出 ・事業実施地区の選定 ・水資源等の現況調査 ・対策の明確化 ・農牧林業技術の適用 ・事業実施 ・地域評価

構成区分	活用方法およびポイント
技術マニュアル	<u>1. 活用方法</u> 定住農牧民に対して営農指導を実施する際の技術指導書として活用されることを想定している。 <u>2. 対象者</u> 定住農牧民に対して営農指導を行う現場の技術者 <u>3. ポイント</u> ・定住農牧民の経営と自然草地の状況に応じて営農することができるような営農類型を設定している（環境と生活の2面のバランス）。 ・定住地での営農活動において、越冬飼料の確保や収入の多様化が図れるように収量や収入向上のための生産技術、圃場管理技術を解説している。 ・定住農牧民個々の営農技術力を向上するだけでなく、組織的な活動が有効であることも記述している。 ・開発した技術だけでなく在地の技術を取りまとめたことによって、汎用性の高いものになっている。 <u>4. 構成</u> 第1章 営農類型の設定 営農類型に当たっての基本的考え方 営農類型の紹介 第2章 生産技術 定住地での活動 牧畜主体Ⅰ型 牧畜主体Ⅱ型 牧畜・農業複合型 第3章 圃場管理技術 荒廃地での農地開発留意点 生産維持・向上のための水利用 土地保全のための防風林 圃場管理カレンダー 第4章 組織的活動 営農指導 組織的活動 水管理組織の設立と運営

構成区分	活用方法およびポイント
農牧民テキスト	<u>1. 活用方法</u> 定住農牧民自らが営農活動を実施できるようにした小冊子である。 <u>2. 対象者</u> 定住農牧民。効果的に利用されるよう現場技術者の指導が必要である。 <u>3. ポイント</u> ・ 営農活動等のポイントを簡潔に表現している。 ・ 見やすさを考慮し、イラストを中心と作成している。 ・ 普及性を考慮し、白黒で作成している。 ・ 現場への持ち込みが容易となるよう分冊としている。 <u>4. 構成</u> 【環境】 ・ 自然草地を守る農牧業をめざして ・ 環境に配慮した営農をめざして 【牧畜主体Ⅰ・Ⅱ型】 ・ 牧草の栽培と乾草調製の手引き ・ 飼料作物の栽培とサイレージ調製の手引き ・ 羊の夏交配・冬分娩 ・ 羊の肥育 ・ 牛の搾乳方法 【牧畜・農業複合型】 ・ ダイズ栽培の手引き ・ 油ヒマワリ栽培の手引き ・ 家庭菜園の手引き 【圃場管理技術】 ・ 効率的な灌漑方法（播種前の準備作業） ・ 効率的な灌漑方法（播種後の灌水作業） ・ 林帯管理の方法 【定住地での生活】 ・ 農家経営の管理について ・ 女性に配慮した生活の実現に向けて

第 2 編 技術マニュアル

第 1 章 営農類型の設定

1.1 営農類型設定に当たっての基本的な考え方

農牧民に対し、現場の技術者が技術指導を行う場合、農牧民の経営状況や将来の取組意向等を踏まえ、どのような農牧業経営を目指そうとするのかという視点を念頭に置いて指導に当たる必要がある。そのためには、営農の指標となる営農類型を設定するのが望ましい。

営農類型は、計画に沿った営農を実現するためにどのような経営を展開したらよいかその方向性を示すもので、地域における営農に関わる者に広く周知されるべきものである。設定に当たっては、農牧民の現況や今後の意向等を踏まえ、労働力、年間目標収入等も勘案して、経営として有用かつ実現可能なものとする必要がある。

アルタイ地区における調査では、過放牧による自然草地の荒廃が進行しており、また、従来の定住化事業では、飼料生産が家畜の増頭につながっているという課題がある。こうした状況を解決するため、従来型の定住化事業における課題を踏まえ、農牧民による持続的な農牧業経営を通じ、自然草地の負荷軽減につながる営農類型を設定した。

1.2 営農類型の紹介

アルタイ地区における調査では、上記の基本的な考え方を踏まえて 3 タイプの営農類型（「牧畜主体Ⅰ型」、「牧畜主体Ⅱ型」及び「牧畜・農業複合型」）を設定したので、それらを以下に紹介する。

これらの営農類型を設定するにあたっては、各類型を構成している各種技術について農牧民の営農活動を通じた調査を行い、その有効性を実証したものである。その結果、それら技術が対象農牧民により着実に進められており、また、地元行政機関の担当者も、これらの営農類型を用いて砂漠化防止に結びつけることの意義を認識し、地域の農牧業振興と砂漠化防止を図る試みに大きな期待を持っている。

なお、これらの営農類型は、牧民の現況経営を踏まえ 3 タイプを設定したが、最終的には「牧畜＋農業複合型」となるように移行していけば、地域において自然草地の負荷軽減と持続可能な農牧業の展開のバランスが取れた経営になるものと考えている。

1.2.1 牧畜主体Ⅰ型

牧畜を中心とした類型であるが、これまでの、自然のサイクルに任せた羊の繁殖・販売ではなく、夏種付け・冬分娩の技術により出荷の分散化を図り、羊の増頭に代わって収益の向上につなげるものである。

このため、農地ではアルファルファを主体に栽培するものとし飼料生産を中心とする。この類型による自然草地の負荷軽減効果は、アルファルファ1ムーの生産に対して羊1頭が春・秋・冬牧場に依存しないことが期待される。

1.2.2 牧畜主体Ⅱ型

牧畜を中心とした類型であるが、羊を一定期間肥育することと併せ、牛の飼養を取り入れた経営へ移行し、羊の増頭に代わって収入を確保するものである。

このため、農地ではアルファルファとトウモロコシを主体に栽培するものとする。トウモロコシはサイレージ化し、羊の肥育用飼料や牛への給与に仕向け搾乳量の増加を促すものとする。この類型による自然草地の負荷軽減効果は、トウモロコシ1ムーの生産に対して羊2頭が春・秋・冬牧場に依存しないことが期待される。

1.2.3 牧畜・農業複合型

家畜の増頭に頼らない経営を実現するため、これまでの牧畜主体の経営から換金作物栽培を取り入れた複合経営に移行し、牧畜以外の収入源も確保するものである。したがって、農地では飼料作物の外、地域において需要が高く、牧民にも栽培が容易であるダイズ、油ヒマワリ等を組み入れた類型とした。

この類型による自然草地の負荷軽減効果は、ダイズ1ムーの生産・販売に対して羊2頭が春・秋・冬牧場に依存しないことが期待される。

	牧畜主体Ⅰ型	牧畜主体Ⅱ型	牧畜・農業複合型
①経営内容	羊の繁殖・販売中心	羊の繁殖、羊の肥育、牛の飼養	牧畜と農業の複合
②改善点	羊の季節外繁殖	サイレージ、羊の肥育、牛の飼養	換金作物の生産・販売
③土地利用	アルファルファ	アルファルファ、トウモロコシ	アルファルファ、トウモロコシ、ダイズ、野菜等
④自然草地 (春・秋・冬牧場)への負荷軽減効果	アルファルファ1ムーの生産で、羊1頭、180日分の負荷軽減が期待	トウモロコシ1ムーの生産で、羊2頭、180日分の負荷軽減が期待	ダイズ1ムーの生産・販売で、羊2頭分の収入を確保(羊2頭飼養削減に相当＝羊2頭、180日分の負荷軽減が期待)

※定住地での舎飼い期間：180日、1ムー：667m²

(参考) 農家経営指標

農牧民の営農状況及び意向等を踏まえ、定住後の農家経営について営農類型別に試算した例を以下に示す。

(定住前)		牧畜主体 (大規模経営)		牧畜主体 (平均規模経営)	
飼養家畜	羊	100頭	羊	30頭	
	山羊	15頭	山羊	10頭	
	牛	10頭	牛	5頭	
	馬 (または駱駝)	4頭	馬 (または駱駝)	1頭	

(定住後)	牧畜主体Ⅰ型		牧畜主体Ⅱ型		牧畜・農業複合型	
①土地利用	アルファルファ (100ムー)		アルファルファ (90ムー) トウモロコシ (10ムー)		アルファルファ (20ムー) トウモロコシ (10ムー) ダイズ (50ムー) 油ヒマワリ (20ムー)	
②飼養家畜	羊	92頭	羊	82頭	羊	29頭
	山羊	12頭	山羊	12頭	山羊	12頭
	牛	12頭	牛	12頭	牛	5頭
	馬 (または駱駝)	1頭	馬 (または駱駝)	4頭	馬 (または駱駝)	1頭
③販売物	羊	30頭	羊	32頭	羊	5頭
	山羊	4頭	山羊	4頭	山羊	4頭
	牛	4頭	牛	4頭	牛	2頭
	カシミア	4kg	カシミア	4kg	カシミア	2kg
	羊毛	60kg	羊毛	60kg	羊毛	20kg
					ダイズ	10t
④自家消費	羊	3頭	羊	3頭	羊	3頭

※各類型とも経営主(世帯主)及びその妻を中心とする家族労働を基本としているが、労働力が不足する場合に補助労働力(雇用等)を活用して経営を行うものとする。

また、1日の労働時間については現状と同程度(8～9時間)で試算している。

第2章 生産技術

2.1 定住地での活動

砂漠化を進行させない持続的な農牧業の展開に当たっては、定住地での生産活動の安定と向上が不可欠となる。そのためには、冬牧場への依存を軽減させるための対策として、家畜の越冬飼料の確保、所得向上に向けた家畜の飼養改善、収入の多角化の一環としての換金作物の生産といった各事項に的確に対応していくことが重要となる。

家畜の越冬飼料の確保については、良質な牧草および飼料作物の生産・調製の技術が必要となる。また、家畜の飼養改善については、アルタイ地区で一般的に行われている羊の繁殖時期について、その分散化を図ることや厳冬期における飼養管理施設の効率的な利用、牛の飼養等の技術が必要となる。さらに、換金作物の生産については、良質なダイズ、野菜等の生産の技術が必要となる。

これらの技術の習得や安定的な利活用は、農牧民の自助努力だけではただちに図られるものではなく、技術の指導や普及にあたる関係者の的確な指導・助言が必要となる。

このため、以下において、各営農類型で特徴的な技術についてその趣旨、手順、方法、留意事項等について記述する。

2.2 牧畜主体Ⅰ型

牧畜主体Ⅰ型は、良質な牧草の生産・調製をベースとして、羊の繁殖・販売を中心とした経営に羊の季節外繁殖（夏交配・冬分娩）技術を取り入れた営農類型である。羊の季節外繁殖は、これまでの秋交配・春分娩と比べ、自然草地での交配（8月～9月）や定住地での分娩（1月～2月）が早期化することに伴い家畜の飼養管理が異なってくる。ここでは、家畜飼養の基本となる良質な牧草の生産・調製、飼養管理施設の効率的な利用および羊の季節外繁殖について記述する。なお、良質な牧草の生産・調製については、各営農類型に共通な技術としてこの項を参照する。

2.2.1 飼料生産

（1）目的

飼料生産は放牧だけに頼らない家畜飼養技術においてもっとも重要な技術である。特に、良質の越冬飼料を生産するためには、良質の粗飼料栽培が欠かせない。ここでは、代表的な粗飼料の種類とその特徴、および栽培管理において留意すべき点についてまとめた。

（2）粗飼料の種類

粗飼料とは、作物の主に茎葉を家畜の飼料とするものを言う。粗飼料は牧草と飼料作物に分けられ、牧草はマメ科とイネ科に、飼料作物は子実作物と根菜類に分けることができる（表 2.2.1.1 参照）。

表 2.2.1.1 粗飼料の種類

粗飼料	牧草	マメ科牧草	アルファルファ、赤クローバなど
		イネ科牧草	ペレニアルライグラス、オーチャードグラス
	飼料作物	子実作物	トウモロコシ、ソルガム
		根菜類	ビート、菊芋

(3) 特徴

表 2.2.1.2 に代表的な粗飼料とその特徴を示した。

表 2.2.1.2 代表的な粗飼料とその特徴

作物名	特徴
マメ科牧草	- マメ科牧草は蛋白質含量が多く、飼料として優れている。また、根粒菌の窒素固定により、窒素含量の少ない土地での栽培に適している。マメ科牧草の代表であるアルファルファは、元来中央アジア原産で乾燥地帯での生育がよい。 - アルファルファは造成二年目から年三回刈りが可能である。クローバー類は初期生育が遅く単体での草地造成は難しい。
イネ科牧草	- イネ科牧草はマメ科牧草と比べ単位面積あたりの収量が高く、草地生産性に優れている。しかし、草種により環境適応性や再生力に差異があるため、地域にあった品種の選定が重要である。 - 多年生のペレニアルライグラスは、初期生育が早く草型が叢状のため、林帯の下草栽培や表土被覆草としての利用価値が高い。
トウモロコシ	- トウモロコシはイネ科の一年草で、成熟時の草丈は 2m 近く子実だけでなく茎葉はサイレージとして利用できる。環境適応性は広く熱帯から寒冷地まで栽培できるため、世界中で栽培されている。 - アルタイ地区で栽培されるトウモロコシ品種の相対熟度(発芽から成熟までの相対日数)は、120 日～130 日である。
ソルガム・スーダングラス	- ソルガム、スーダングラスはイネ科の一年草で成熟期の草丈は 3m を越えるものがある。早魃に対する抵抗力は強く再生力が強いので年 2～3 回刈りが可能である。 - ソルガムはスーダングラスと比べ茎が太くトウモロコシに似ているので青刈り給与のほかサイレージ調製も可能である。スーダングラスはソルガムと種は異なるが形質は似ている。ソルガムと比べ初期生育が早いので短時間で生産物を確保できる。ただし、茎が細いのでサイレージには向かない。

(4) アルファルファ栽培

1) 手順

図 2.2.1.1 に、アルファルファ栽培における作業工程を示した。アルファルファは多年生植物であるため一年目と二年目の作業工程が異なる。年 3 回刈りが可能であるが、地域の環境条件によっては 2 回刈りのほうが草地の永続性が高い場合がある。

	4～5 月	5～6 月	7～8 月	9 月
一年目	灌水→基肥→播種			刈取
二年目以降		刈取→(追肥)	刈取→(追肥)	刈取→(追肥)

図 2.2.1.1 アルファルファ栽培における作業工程

2) 栽培管理

アルファルファの栽培管理のポイントは、適切な水管理と適期での刈取である。特に、播種前、収穫前、追肥後の灌水は重要である。

表 2.2.1.3 にアルファルファ栽培の各項目における留意点を示した。

表 2.2.1.3 アルファルファ栽培の各項目における留意点

項目	内容	作業
播種前灌水	- 播種前に十分な量の灌水を行う。 - 不耕起播種の場合、灌水は土壤水分の供給のほか土をやわらかくする効果があるため重要である。 - 種子を流亡させないように注意する。	
基肥	- 堆肥または家畜糞：1 トン／ムー - 尿素：10～15kg／ムー - リン酸：20～25kg／ムー	
播種	- 播種期：4 月中旬から 5 月上旬の間。 - 播種量：0.7～1.2kg／ムー - 不耕起播種で十分な収量が得られる。	

灌水	• 土壌水分の状態を見て、適宜灌水する。 • 灌水頻度は 5 日～10 日に一回を目安とする。 • 収穫の 2～3 日前に灌水するとよい。	
刈取	• 刈取適期に刈取する。 • 刈取適期 一番草：開花 50% 二番草・三番草：草丈 50～60cm • 刈取高さ：地上部から 5cm。	
追肥	• 刈取後、以下の化学肥料を追肥するとよい。 • 尿素：5～10kg／ムー • 磷酸：5～10kg／ムー	

留意点

刈取適期の見分け方

植物は開花すると植物体内の栄養成分が消費されるため開花前に収穫を行うことが栄養価の高い牧草を得るために望ましい。一方、収量は生育が進むにしたがって高くなるため、刈取が遅いほうが乾物量が多い。栄養価の高いアルファルファをできるだけたくさん得るためには、圃場全体の 50%の株が開花した時に刈取るとよい。二番草、三番草は気候によっては開花しない場合もあるので、草丈が 50～60cm になった時を刈取の目安とするとよい。

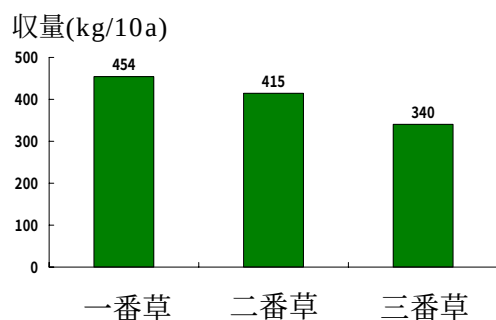
一番草	二番草・三番草
圃場全体の 50%の株が開花した頃	草高が 50～60cm になった頃
	

参考

刈取ステージ別の収量と成分含量

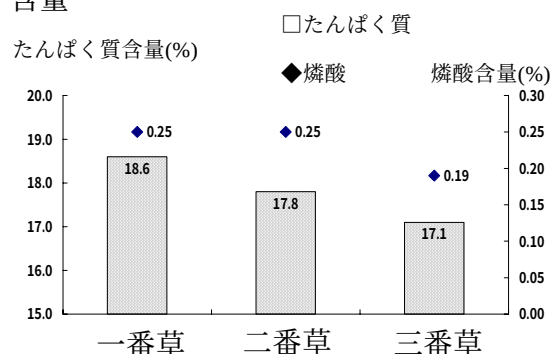
図 2.2.1.2 に、アルタイ市アラハク郷におけるアルファルファの刈取ステージ別の収量およびたんぱく質および磷酸含量を示した。

刈取ステージ別のアルファルファ収量



- アルファルファの年間収量
800～1,000kg／10a(3 回刈／年)
- 一番草の収量が最も高く、二番草、三番草になるにしたがって収量は低くなる。

アルファルファのたんぱく質および磷酸含量

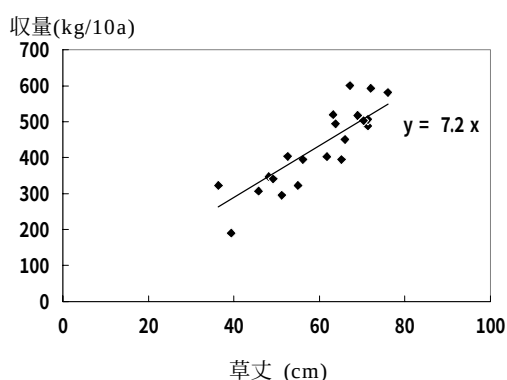


- たんぱく質含量は、一番草が最も高く刈取時期が遅くなるにしたがって低くなるため、一番草の有効利用が重要である。
- 三番草の磷酸含量は、一番草、二番草と比べ低いので二番草刈取後に追肥するとよい。

図 2.2.1.2 アルファルファの刈取りステージ別の収量等

草丈と収量の関係

牧草の収量はその草丈と高い相関が見られる。図 2.2.1.3 は、アルタイ市アラハク郷の草丈と乾物収量の関係を示したものである。



- 草丈と乾物収量の関係式。
乾物収量(kg/10a)=草丈(cm)×7.2
(相関係数=0.87)
- 例)
草丈 40cm：40×7.2=288kg/10a
草丈 70cm：70×7.2=504kg/10a

図 2.2.1.3 草丈と乾物収量の関係

2.2.2 牧草の乾草調製

(1) 目的

品質や嗜好性の高い越冬飼料を確保するためには、牧草の栽培管理を的確に行うとともに、乾草調製についても的確に行う必要がある。ここでは、アルファルファの乾草調製について、具体的な手順等を記述する。

(2) 手順

図 2.2.2.1 にアルファルファの乾草調製の手順を示した。

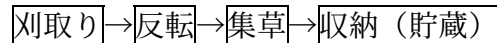


図 2.2.2.1 アルファルファの乾草調製の手順

(3) 方法

アルファルファは、乾草調製の過程において葉部が脱落しやすいとされている。このような損失（ロス）を最小限にとどめるとともに、高品質を維持することがポイントとなる。乾草調製作業は、刈取り、反転、集草、収納（貯蔵）作業からなる。

1) 刈取り

アルファルファの刈取りは乾草調製の第一段階であり、続く反転、集草等の諸作業に支障がなく、植生に悪影響を及ぼさないよう 5cm 程度の高さで行う。



2) 反転

反転は、刈り取ったアルファルファの固まりをとほぐして上下層の乾きむらを少なくし、通気をよくして乾燥を促進する作業である。作業に当たっては、葉部の脱落を少なくするため、機械の選定や適度な作業スピードにより機械の衝撃力を弱める等の作業方法に留意する。



3) 集草

集草は、運搬車への拾上げ作業を効率的に行うため、圃場に広がっているアルファルファを山状に集める作業である。集草の山を作る際は、草量のむらを少なくし、列状に配置するとその後の拾上げ作業の効率が向上する。



集草されたアルファルファ

4) 収納（貯蔵）

品質的に安定した貯蔵が可能なアルファルファの水分含量は、15%以下を目標として収納貯蔵する。貯蔵中の高温、吸湿等によって、カビの発生や発熱が生じて栄養価や嗜好性の低下等を招くので、通風が良好で高温とならない場所が最適である。



乾草の収納貯蔵状況

留意点：

アルファルファの品質を外観で判定するときの基準としては、異物の混入、原料草の純度と成熟度、色沢、葉部率などがあげられる。

適期に刈り取った原料草を短時間で十分に乾燥すると、葉部が多くて弾力があり、明るい黄緑色で芳香のある乾草に仕上がる。雨にあてて長時間かけて乾燥すると、葉部が脱落して茎だけが残し、茶褐色となり、カビ臭や腐敗臭がする。栄養価も激減することになるので注意する。

参考（調査データ）

2005 年 6 月に実施したアルファルファの乾草調製における葉部割合の変化と茎葉の水分率の変化を図 2.2.2.2 に示した。葉部の損失（ロス）を最小限にとどめるためには、葉部のみが過乾燥となって脱落しないよう茎部と葉部が同じ水分状態のもとで反転・集草作業をすることが望ましい。このためには、夕方、葉部の水分が多少戻った時または翌早朝に作業を行う方法がある。

なお、貯蔵飼料としてアルファルファ乾草の必要量を算出するに当たっては、このような葉部の損失（ロス）を考慮することが必要となる。

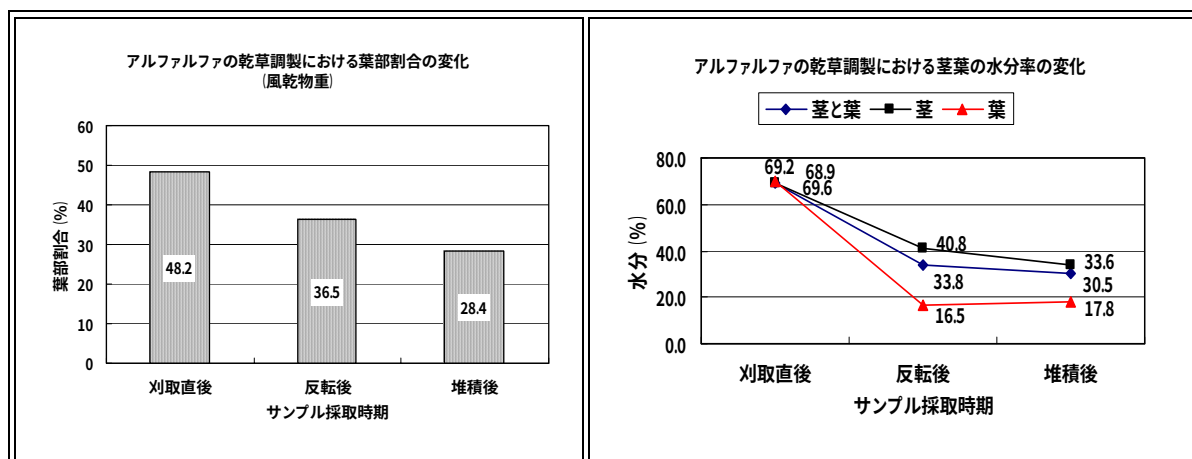


図 2.2.2.2 アルファルファの乾草調製における葉部割合の変化等

2.2.3 飼養管理施設の効率化技術

畜舎は、家畜にとって生活の場であり、飼養者にとっては仕事場となる。清潔で家畜にとって健康的であること、効率的な作業ができるように留意する。特に、羊は湿潤な環境には弱いので、畜舎内の換気に十分配慮し、常に畜舎内を乾燥した状態に保つことが重要となる。

機能面では、畜舎の内部は図 2.2.3 のように、それぞれの時期によって利用状況が変化するため、必要に応じて模様替えができるように柵類は簡単に移動できるものとし、畜舎自体は単純な構造である方が使い勝手がよい。

畜舎の広さは、成羊 1 頭当たり 2～3 m²が目安である。ただし、妊娠群にあっては、分娩後に子羊を管理するためのスペース（子羊 1 頭当たり 0.5 m²程度）が必要となるため、少なくとも 2.5 m²程度は確保しておいた方がよい。

また、敷き料の交換時における羊の待機や十分な運動と日光浴をさせるための運動場を設けておく必要がある。



図 2.2.3 畜舎内部の効率的利用

2.2.4 羊の季節外繁殖技術

(1) 目的

アルタイ地区における羊の繁殖は、秋に交配をして春に分娩するのが一般的となっている。この場合、羊の分娩が草の少ない春牧場で行われるため、過負荷の状態となることや、早めに夏牧場に向かって移動することなどから、生まれて間もない子羊が移動中にへい死するなど事故率が高い状況となっている。このような課題に対処するために有効となる技術として、羊の季節外繁殖があり、これは、人為的な発情の誘起によるものもあるが、ここでは繁殖時期の早期化（夏交配・冬分娩）について具体的な手順等を記述する。

(2) 手順

図 2.2.4.1 に羊の繁殖時期の早期化（夏交配・冬分娩）の手順を示した。

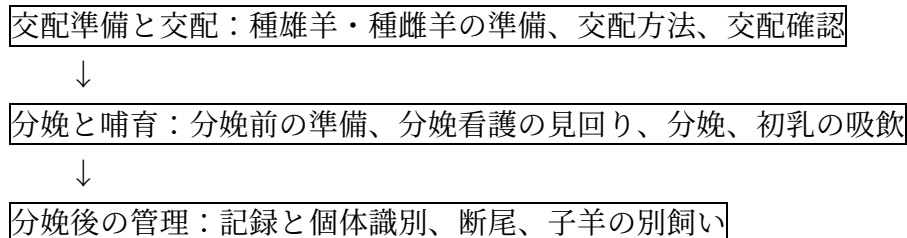


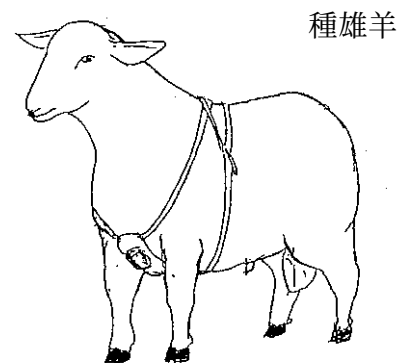
図 2.2.4.1 羊の繁殖時期の早期化（夏交配・冬分娩）の手順

(3) 方法

1) 交配準備と交配方法

(a) 種雄羊の準備

種雄羊は交配開始の1カ月前に健康状態を確認し、内部寄生虫の駆虫を行っておく。腐蹄症の場合には完全に治療しておく。特に後肢の腐蹄症が悪化すると、種雄羊は激痛のため乗駕できなくなるので繁殖成績が低下する。精巢を触診し、炎症や、しこりの有無を検査する。



(b) 種雌羊の準備

種雌羊も種雄羊と同様に健康状態の検査、内部寄生虫の駆除、腐蹄症の治療などを実施し、さらに陰部周辺の汚毛を掃除刈りして除去しておく。

(c) 交配方法

交配方法には、人工授精と自然交配がある。人工授精による交配は、優秀な種雄羊の精液を効率的に利用できる利点がある反面、精液の採取、検査、希釈、保存、注入に用いる器具類等が必要であることから、組織的な取組みが望ましい。アルタイ地区

では、繁殖雌羊群の中に種雄羊を同居させ、自由に交配させる自然交配が一般的である。種雄羊1頭で40～50頭の繁殖雌羊との交配が可能である。発情の適期に交配するので受胎率も高く、省力的な交配方法である。交配期間は8月の初めから40～50日間とすると、雌羊の発情周期が約17日なので交配の機会が2～3回となる。

(d) 交配確認

交配を確認するためには、種雄羊の胸部に押印装具を装着する。この装具をマーキングハーネス（MH）という。種雄羊が雌羊に乗駕すると雌羊の腰部にクレヨンが付着するので、クレヨンの付着の有無を毎日観察し記録すると、個体別に交配の有無が確認でき、分娩日を予測できる。交配の機会は2～3回あるので、クレヨンの色を2週間間隔で赤、青というように取り替えると交配の確認がしやすくなる。



MHとクレヨン



MHの装着状況



クレヨンの付着状況

2) 分娩と哺育

(a) 分娩前の準備

夏交配した雌羊は妊娠末期になると腹は目立って大きくなり、動作は鈍くなる。妊娠羊の移動や管理作業では、激しい動きや腹部の強い圧迫を避けるように、十分に気を配る。分娩前の準備としては、まず、分娩のほぼ1カ月前に、妊娠羊の乳房と陰部の周囲の汚毛を掃除刈りする。これは、清潔な分娩と子羊の乳頭探索、吸乳に役立つ。掃除刈りと同時に乳房を検査する。次に、敷き料を乾いた新しいものに取り替えるか十分に加えて、床を乾燥した清潔な状態に保つ。また、隙間風が入らないように、畜舎の破損部分を修理しておく。これにより、新生子羊への細菌感染の防止や寒さを強める湿気と風の防止が図られる。また、子羊用の別飼い施設などを用意しておく。



妊娠羊

(b) 分娩看護の見回り

分娩間近になったら、畜舎内での夜間の見回りを開始する。夜間の見回りに馴れない羊は、驚いて思わぬ事故が起きることがあるので、早めに開始して夜間の見回りに馴らす。羊の分娩時刻は決まっておらず、したがって、多頭数飼育では昼夜を問わずに分娩する。このため、夜間の見回りは定期的の実施することが望ましい。見回りでは、静かに群全体を目と耳を働かせて観察し、難産と思われる時は分娩の介助を

素早く行う。

(c) 分娩

通常、母羊は横になって胎児（子羊）を娩出し、娩出すると立ち上がる。母羊は子羊の体表に付着した粘液を盛んに舐めとる。子羊は舐められながら立とうと努力する（膝立ち）。母羊も前肢で軽く叩くなどして立たせようとする。何度からの試みの後で子羊が立つと、母羊はさらに舐め続けながら、子羊の頭が乳房の方へ向くように位置を変える。子羊は試行錯誤を繰り返した後、乳頭を口に含み乳を吸うことができるようになる（吸乳）。このように、正常な分娩と吸乳の経過をたどらない場合、虚弱子羊の介護の他、必要に応じて里親に子羊をつける等の措置を適切に行うことが重要となる。



(d) 初乳の吸飲

初乳とは、分娩直後の時期に分泌される常乳とは成分組成の異なる乳汁である。分娩後 2～4 日間の初乳は常乳に比べ脂肪含量が高く、また子羊が病気に対する抵抗性を獲得するのに必要な免疫グロブリンが多量に含まれている。

ただし、生後 2 日目には、子羊の腸管の免疫グロブリン吸収能力はなくなってしまう。新生子羊が生きていくためには、エネルギー充足と抗体吸収の面から、初乳をできるだけ早く、十分に摂取する必要がある。

表 2.2.4.1 初乳と常乳の成分組成の違い

(Peat 1972 単位：％、kcal/100g)

	脂肪	蛋白質	乳糖	灰分	総エネルギー
初乳	10.60	5.98	4.57	0.78	144
常乳	6.95	5.36	4.98	0.80	110

3) 分娩後の管理

(a) 記録と個体識別

分娩を終えた母子羊については、まず母羊の耳標を確認し、子羊の生時体重を測定し、繁殖成績の整理簿（繁殖台帳）を作り記録する。子羊の体重は、その後も離乳や販売まで定期的に測定する。次に、子羊に耳標を用いて個体番号を付ける。このような個体識別や体重測定、繁殖成績の管理は、飼料の給与量の適否や優良な羊群への改良（選抜、淘汰）の面から重要となる。



表 2.2.4.2 繁殖成績の整理簿（例）

母羊			子羊		体重 (kg)								備考
番号	分娩月日	分娩難易	性別	番号	生時	1月1日	2月1日	3月1日	4月1日	5月1日	6月1日	販売時	
平均体重	♂												
	♀												
	総平均												

(b) 断尾

羊の品種により、生まれつき尾がない羊（アルタイ大尾羊）があるが、尾のある羊の断尾は生後 1～2 週目で実施する。第 2～3 関節または第 3～4 関節部を断尾器等で切断し、切断後は非衛生的にならないようにする。

(c) 子羊の別飼い（クリープフィーディング）

子羊は、10 日齢ごろから少しずつ固形飼料を採食する。そこで、子羊専用の囲いを明るい暖かい場所に設置し、子羊に良質乾草、濃厚飼料を給与する。これらの良質な固形飼料の給与により、反芻胃（第 1 胃、第 2 胃）の発達が早まり、その後の子羊の増体効率が高くなる。囲いの出入り口には、子羊だけがくぐることができる子羊柵（くぐり柵）を設置する。囲い内は、敷き料を十分に敷いて乾燥した状態に保つ。濃厚飼料の最初の給与量は自由に舐められる程度でよく、その後、2 カ月齢で 1 日当たり 200 g 程度になるように給与量を徐々に増加する。



留意点：

羊の夏交配・冬分娩における留意点を以下に示した。

- ・ 自然草地で交配を行うことになることから、取り組みに当たっては、経営や放牧の年間スケジュール等を踏まえ、計画的な羊の飼養管理により、円滑に導入する。
- ・ 日々の発情看視を確実に行之、分娩予定日を算出する。
- ・ 厳冬期での分娩となることから、分娩予定雌羊のステージに合った飼料の量を給与する。特に妊娠末期と授乳前期は、胎児の発育や分娩後の授乳に応じた適切な給与量とする。
- ・ 寒さ対策として、子羊用の暖炉を設置する等、飼養管理を適切に行う。

参考（調査データ）

成雌羊の年間の体重変化（例）と羊の夏交配・冬分娩の飼養管理（例）をそれぞれ図 2.2.4.2、表 2.2.4.3 に示した。妊娠前期から授乳後期の舎飼い期間での 1 頭当たり平均採食量（給与量から残飼量を控除）は、原物量で 3.6 kg（乾物量で 2.0 kg）であり、平均体重（60 kg）に対する乾物量は約 3.3%であった。

貯蔵飼料としてアルファルファ乾草やサイレージの必要量を算出するに当たっては、このような舎飼い期間（冬期間）の採食量を考慮することが必要となる。

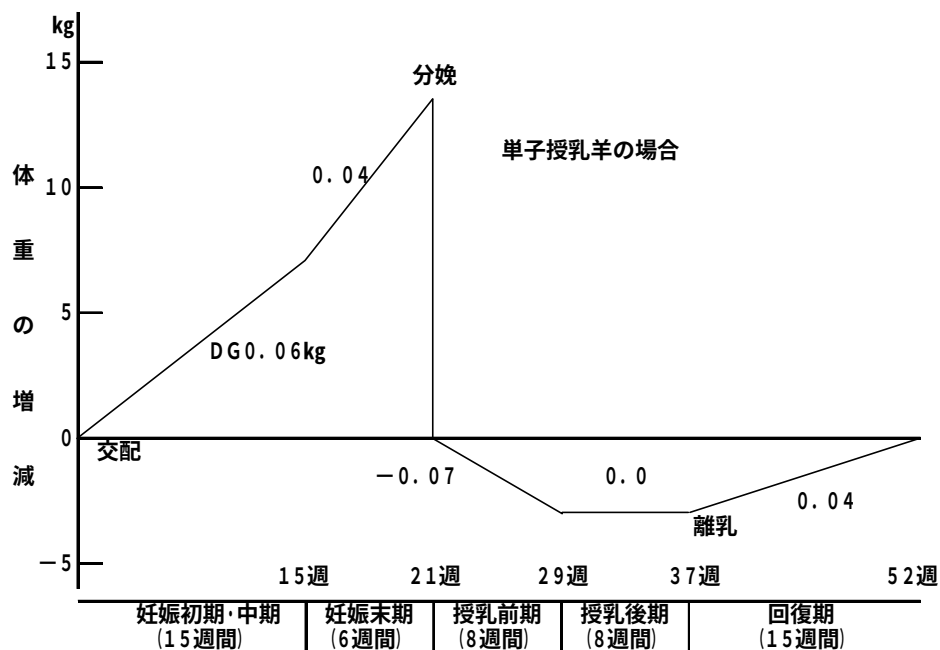


図 2.2.4.2 成雌羊の年間の体重変化 (例)

表 2.2.4.3 羊の夏交配・冬分娩の飼養管理 (例)

成雌羊

単位: 原物kg/頭・日

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
繁殖ステージ	交配			分娩			回復			離乳		
形態	回復			妊娠前期			妊娠末期			授乳後期		
形態	放牧			舎飼い			舎飼い			放牧		
採食量	(6~8kg)									(6~8kg)		
放牧草				2.0kg			1.8			2.0		
乾牧草				1.8kg			1.7			2.1		
サイレージ				0.1kg			0.2			0.3		
配合飼料												

冬子羊

単位: 原物kg/頭・日

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
ステージ				出生			回復			離乳		
形態				舎飼い			舎飼い			放牧		
給与量										(1.4~1.8kg)		
放牧草							0.5kg			1.0		
乾牧草							0.5kg			1.0		
サイレージ							0.1kg			0.2		
配合飼料							0.1kg			0.2		

2.3 牧畜主体Ⅱ型

牧畜主体Ⅱ型は、羊の繁殖・販売と併せて、羊の肥育や牛の飼養により、羊の増頭を抑え、収入の多様化を目指す営農類型である。また、飼料面では、収量の多いトウモロコシを導入してサイレージ調製して家畜に給与する類型である。ここでは、飼料作物の生産とサイレージ調製技術、羊の肥育技術、牛の飼養技術について、具体的な手順等を記述する。

2.3.1 飼料作物生産

(1) トウモロコシ栽培

1) 手順

図 2.3.1.1 にトウモロコシ栽培における作業工程を示した。播種は品種ごとに異なる生育日数を考慮して時期を決める。中耕、追肥は良好な生育を得るために重要な作業である。

	4～5 月	6～7 月	9 月
一年目	灌水→耕起→基肥→播種	中耕、追肥	刈取

図 2.3.1.1 トウモロコシ栽培における作業工程

2) 栽培管理

トウモロコシ栽培のポイントは、適切な水管理と肥培管理である。

トウモロコシは地上部のバイオマスが大きいいため、牧草と比べ土壤中の栄養成分を多く必要とする。特に、植物体を構成するたんぱく質の原料である窒素はトウモロコシの生育においてきわめて重要である。

表 2.3.1.1 トウモロコシ栽培の各項目における留意点

項目	内容	写真
灌水	播種前に十分な灌水を行う。	
耕起	- トウモロコシは深根性作物のため、できるだけ深く耕起することが望ましい。 - 耕起深：20～30cm	

基肥	● 堆肥または家畜糞：1 トン／ムー ● 尿素：5～10kg／ムー ● 磷酸：10～20kg／ムー ● 磷酸は播種と同時に散布。尿素は一回目の灌水の直前に散布する。	
播種	● 播種期：4 月末～5 月始 （相対熟度 130 日の品種だと、4 月 24 日播種で 9 月 1 日に収穫できる） ● 播種量：2.0～3.0kg／ムー	
灌水	● 灌水頻度は 5 日から 7 日に一回を目安とし、 土壌水分の状態を見て、適宜灌水する。	
中耕	● 本葉が 5～7 枚になったころ(穂ばらみ期)に 除草、土寄せを行う。 ● 根をいためないように注意する。	
追肥	● 本葉が 5～7 枚になったころ(穂ばらみ期)に 以下の化学肥料を追肥する。 ● 尿素：10～20kg／ムー	
刈取	● 使用目的に応じた刈取適期に収穫する。 ● サイレージ用トウモロコシでは「黄熟期」、 青刈用トウモロコシでは「糊熟期」が刈取適期である。	

留意点：

追肥の時期と刈取適期

追肥は本葉が 5～7 枚になった穂ばらみ期に行う。穂ばらみ期は、植物が栄養成長から生殖生長に転換する時期であり、もっとも栄養を必要とする時期である。

この時期の灌水、施肥はきわめて重要である。

刈取適期は、子実の成熟度から判定することができる。トウモロコシの生育ステージは、実の断面を見て、黄色い部分と白い部分の境界線(ミルクライン)の位置で判定することができる。

追 肥 の 時 期 • 本葉が 5～7 枚になったら(穂ばらみ期)、除草、土寄せ、追肥を行う。



刈取適期 • トウモロコシの生育ステージは下表のように分けられる。
• 「黄熟期」の見分け方。ミルクラインが実の半分になった頃。



トウモロコシの生育ステージ

表 2.3.1.2 にトウモロコシの生育ステージとその見分け方を示した。

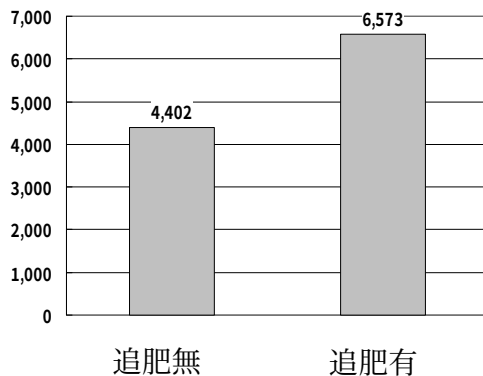
表 2.3.1.2 トウモロコシの生育ステージとその見分け方

熟期	特徴
穂ばらみ期	葉のあいだから穂が覗き始める
出穂期	穂が出揃う
開花期	花が咲き始める
乳熟期	実が大きくなり始める
糊熟期	粒が黄色くなり始める
黄熟期	実の表面がくぼみ始める
完熟期	実が完全に固くなる

参考

図 2.3.1.2 にアルタイ市アラハク郷におけるトウモロコシの収量を示した。

収量(kg/10a)



- 追肥有は、1 ムーあたり 12kg の尿素を散布した。
- トウモロコシの収量は、追肥有で 6,500kg/10a であった。
- 追肥有の収量は、追肥無の収量の約 1.5 倍であった。

図 2.3.1.2 トウモロコシの収量

(2) サイレージ調製

1) 手順

図 2.3.1.3 にサイレージ調製の手順を示した。

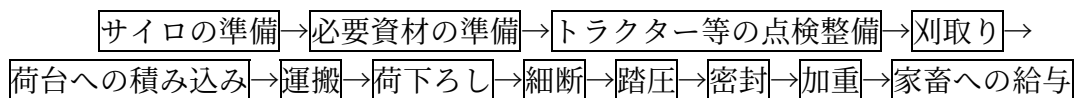


図 2.3.1.3 サイレージ調製の手順

2) 方法

(a) サイロの準備

飼料作物の作付面積、冬期間の家畜飼養頭数、給与量等を考慮してサイロの大きさを決める。サイロは、地上式、半地下式、地下式等があるが、取り組みの当初は、比較的簡易で安価な素掘りのサイロを用い、経営が安定してきたら壁面にコンクリート等を貼るなどしてサイロの安定性や気密性を高める。



素掘りサイロは、底面の中心部を約 10cm から 15cm 程度盛り上げ、両端に向けて傾斜を設ける。サイロの大きさに合わせたビニールを敷き、底面部の両端には数ヶ所の穴を設け排汁が排出できるようにする。また、踏圧を効率的に行うため、図 2.3.1.4 のサイロのように一方を傾斜（②の部分）させてトラクターが入ることができるようにする。

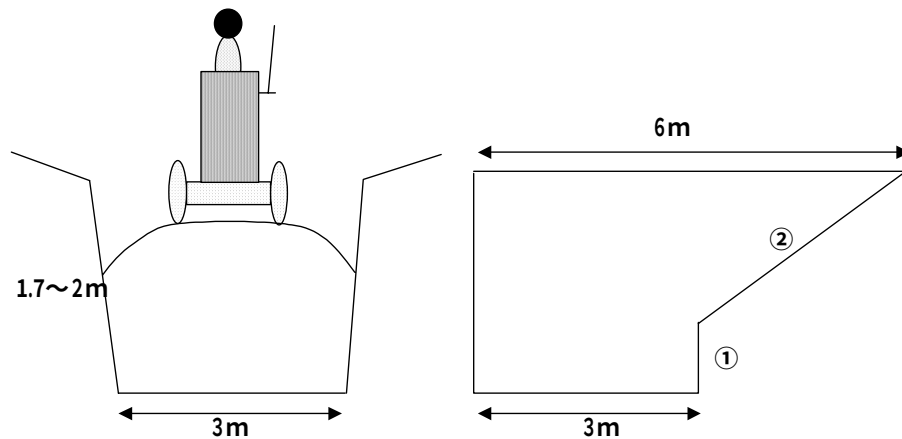


図 2.3.1.4 素掘りサイロの構造

(b) 必要資材の準備

素掘りのサイロの気密性を高めるため、ビニールを用意し、サイロの大きさに合わせて長さと幅を調節する。ビニールは、その厚さに種類があるので、耐久性を考慮して比較的厚めのもの（0.2 mm程度）を準備する。



(c) トラクター等の点検整備

サイレージ調製作業を円滑に行うため、事前にトラクターと細断機の点検・整備を行う。トラクターのエンジンオイルの量や質、ベルトの劣化の有無、細断機の刃の摩耗等を点検し、必要に応じて交換や整備を行う。



(d) 刈取り

刈取り（収穫）時期によって収量、子実混入割合、飼料価値、発酵品質が違ってくる。トウモロコシでは黄熟期を目安に刈取り（収穫）を行う。熟期の見分け方は、ミルクラインの状態のほか、以下のように、爪で子実を押した時の状況で判断できる。

・乳熟期：ミルク状の液が出る



- ・糊熟期：つきたての餅状になっている
- ・黄熟期：やっと窪む程度
- ・完熟期：全然爪が立たない

なお、サイレージの品質は材料中の水分含量によって大きく影響する。水分が多すぎると多量の汁がにじみ出て蛋白質や炭水化物などの養分を捨ててしまうことになる。水分の多すぎる材料は、刈り取り後、圃場で予乾して水分を 70%前後にまで落とす。逆に、刈り遅れその他、サイレージ調製作業での機械の故障等から原材料を放置した状態が続くと水分が蒸発して乾き過ぎることがあるので留意する。

(e) 荷台への積み込み・運搬・荷下ろし

刈り取ったトウモロコシをトラクターの荷台に積み込み、サイロ近くまで運搬する。



積み込み



運搬



荷下ろし

(f) 細断

詰め込み材料は、踏みつけが容易で、しかも鎮圧できるよう細かく切断する。長さは 5cm 程度とする。



細断

(g) 踏圧

細断したトウモロコシをサイロに詰め 50cm の厚さに敷いた後、数名の労働力及び馬により踏み込み踏圧を行う。踏圧、詰め込みの作業を繰り返し、トラクターがサイロ内に入ることができるようになったら、トラクターにより十分に踏圧する。



人力での踏圧



トラクターでの踏圧

(h) 密封・加重

原料の詰め込みは、なるべく刈取りから 1～2 日で終了し、早く密封する。密封は、原料が地面を超える高さになった時点で空気を抜きながらビニールを覆いかぶせ、両端には石を載せ、その後土を被せる（20～30cm 程度）。



密封



土盛りによる加重

(i) 家畜への給与

サイレージの発酵は、詰め込んで最初の約 3 日で材料の呼吸作用が停止し、その後多量の汁液がでて乳酸菌による発酵が始まり、pH が低下し、良質のサイレージとなる。発酵に要する日数は、普通 3～4 週間である。家畜への給与は、一定期間貯蔵した後（45～60 日後）から開始する。



サイレージ給与



家畜への給与に当たり、品質を評価する。簡易な品質の見分け方としては、次の6つがある。

- ・ 臭い：良質なものは甘酸っぱい芳香がただよう。アンモニア臭などのいやな臭いがするものは良質とはいえない
- ・ 味：甘味と酸味を持つものがよい（pH4.7 以下）
- ・ 色：淡黄褐色、淡緑褐色のものがよい
- ・ 手触り：適度な湿りがあってサラサラしているものがよく、ネバネバした感じのあるものはよくない
- ・ 細断長：5cm 程度のものがよい
- ・ 子実の混入割合：子実が適度に混入しているものがよい



技術者によるサイレージの品質評価



サイレージの臭いを嗅ぐ農牧民

留意点：

サイレージの品質が悪い場合は、家畜の嗜好性が劣り、下痢や食滞などを多発し、長期給与の場合には繁殖不良などの障害を招く。品質が悪いサイレージは、家畜への給与を抑えるか、廃棄した方が安全である。この場合の原因として、①原料（早刈りまたは遅刈り、多汁）、②サイロ（空気侵入、廃汁不良）、③調製法（切断長、低糖・高水分原料）などに基本的な誤りがあると考えられる。

参考（調査データ）

2004 年 9 月下旬にサイレージ調製し、11 月下旬に品質評価を行った（表 2.3.1.3）。サイレージは開封・評価後、羊の繁殖及び肥育調査に飼料として給与を行った。その結果、嗜好性は高く、乾草と比べても同様に良かった。なお、サイレージの発酵過程（温度）を図 2.3.1.5 に示した。

表 2.3.1.3 サイレージの品質評価結果

	1号サイロ トウモロコシサイレージ		2号サイロ ソルガムサイレージ		3号サイロ トウモロコシサイレージ		4号サイロ トウモロコシ・スーダンサイレージ		pH	配点
	得点	摘要	得点	摘要	得点	摘要	得点	摘要		
臭	10	芳香臭	8	甘酸味臭	10	芳香臭	8	甘酸味臭	3.5~4.1	60
味	10	甘酸味	7	酸味	10	甘酸味	10	甘酸味	4.2	55
色	10	薄黄褐色	10	薄黄褐色	5	黄褐色	5	黄褐色	4.3	40
触感	10	サラサラ感	10	サラサラ感	10	サラサラ感	10	サラサラ感	4.4	30
pH	30	4.4	0	4.8	30	4.4	0	4.9	4.5	23
合計点	70		35		65		33		4.6	13
日本基準等級	良(2級)		可(3級)		良(2級)		可(3級)		4.7	3
中国評価	90 優		80 良		85 優		80 良		4.8	0
嗜好性	良		良		良		良			

評価者 C/P (ハプティシュ)
合計点と等級 100~81 80~61 60~31 30~0
優(1級) 良(2級) 可(3級) 劣(下等級)
※C/Pによる現地評価では、80点(良)~90点(優)をつけた。

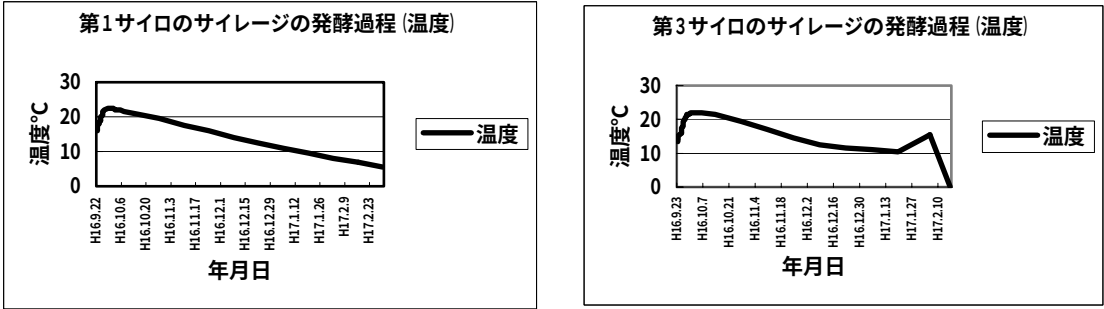


図 2.3.1.5 サイレージの発酵過程 (温度)

2.3.2 羊の肥育技術

(1) 目的

遊牧民の収入の大半は羊の販売収入であるが、定住後は越冬飼料が生産され、畜舎等も建設されることから、事故率の低い効率的な経営が可能となる。また、羊を肥育することにより、付加価値の向上を図るとともに、市場動向を踏まえた販売時期の調整が可能となる。羊の肥育はそれまでの牧畜技術の延長にあり、比較的容易に取り組める技術として手順等を記述する。

(2) 手順

羊の肥育の手順を図 2.3.2.1 に示した。

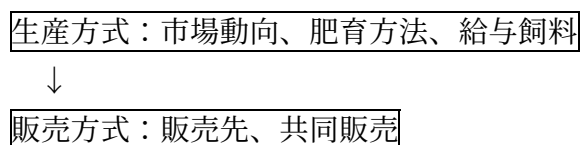


図 2.3.2.1 羊の肥育の手順

(3) 方法

1) 生産方式

(a) 市場動向の調査

年間における羊肉の消費傾向や市場小売価格を調査して有利販売につながる時期を検討する。

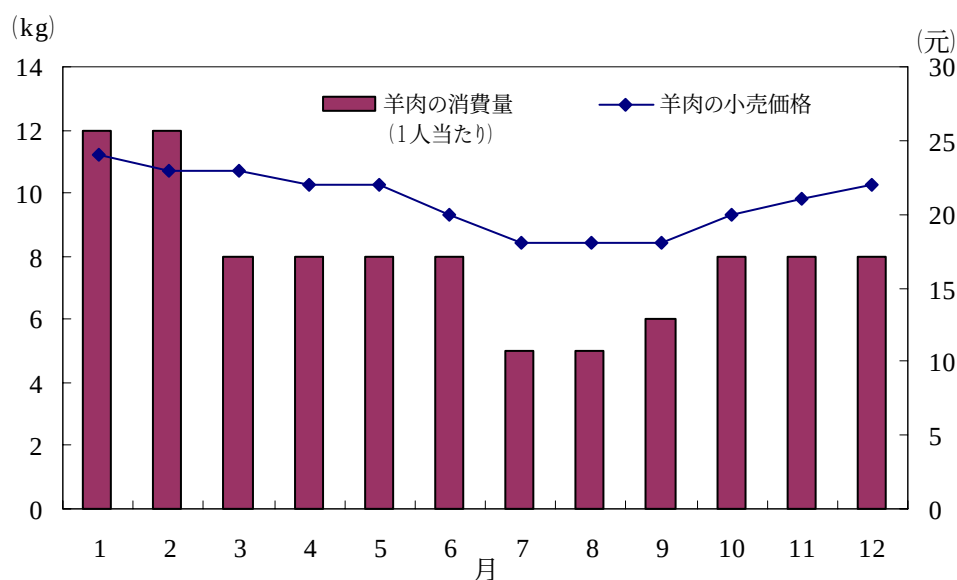


図 2.3.2.2 羊の消費動向と市場小売価格の月別推移 (2004 年)

(b) 肥育方法

肥育には、図 2.3.2.3 のような方法があり、飼養頭数、労働力、市場動向の調査結

果等を踏まえて経営にあった方法を選択する。

A 型（舎飼い肥育方式）

分娩	哺育・肥育	→販売
----	-------	-----

B 型（放牧肥育方式）

分娩	哺育	放牧	→販売
----	----	----	-----

C 型（放牧・舎飼い肥育方式）

分娩	哺育	放牧	肥育	→販売
----	----	----	----	-----

図 2.3.2.3 羊の肥育方法

a) A 型（舎飼い肥育方式）

この肥育方式は、冬分娩子羊（1～2 月生まれ）を、母乳の他に、クリープフィーディング（別飼い）による乾草、濃厚飼料との併用により増体させる方式である。5 カ月齢程度で 35 kg～40 kg の体重に肥らせて販売する。増体量は 1 日当たり 200 g～250 g を目標とする。給与飼料は、良質な乾草やサイレージを主体として給与するとともに、濃厚飼料については、自家産のトウモロコシの子実の活用を図る他、適宜、市販の配合飼料の給与を行う。この方式では、5 月下旬から 6 月の比較的子羊価格が高い時期に販売するよう留意する。なお、この方式は、自然草地との関係では、定住地での飼養後に子羊を販売することになるため、その頭数分は、自然草地への負荷が軽減されることにつながることになる。

b) B 型（放牧肥育方式）

この肥育方式は、アルタイ地区で最も一般的であり、草食家畜の特徴を活かした生産方式である。自然草地へ放牧された子羊を秋までに 35 kg 程度の体重にするには、増体量は 1 日当たり 150 g 程度を目標とする。販売時期が秋であり、子羊の出回り頭数が多い時期であることから、販売に当たっては、価格動向等に留意して有利販売につなげる。

c) C 型（放牧・舎飼い肥育方式）

この肥育方式は、放牧終了時にまだ販売時体重に達していないものを 3 カ月程度、舎飼いで肥育して販売する方式である。冬期間の飼養となるため、飼養管理や飼料の種類、給与量に留意する。増体量は 1 日当たり 150 g 程度を目標とする。



肥育羊への飼料給与

給与飼料は、良質な乾草やサイレージを主体として給与するとともに、濃厚飼料については、自家産のトウモロコシの子実の活用を図る他、適宜、市販の配合飼料の給与を行う。販売時期は、クルバン節や春節といった羊肉の需要が多い月の販売を目指して飼養する。

2) 販売方式

アルタイ地区における家畜の販売方式は、農牧民と商人との相対取引が一般的となっている。羊の肥育を行う場合、特に、肥育方式のA型及びC型については、家畜の飼養や給与飼料などを工夫することで高付加価値型の肥育方式となることから、そのコストを賄うことができる販売先や販売方法が極めて重要となる。

留意点：

肥育開始時にサイレージや濃厚飼料の給与量を急増すると下痢や食滞を起こし、増体が停滞するので、給与量は徐々に増やす。また、使用する粗飼料の品質や摂取量によって、濃厚飼料の給与量を変える必要がある。羊は牛と同じ反芻動物であり、消化生理は似ているため、通常は牛用の飼料を羊に給与しても問題はない。しかし、銅についてその要求量と中毒発生限界は、羊は牛に比べて銅の中毒発生限界が著しく低いことから、牛用を羊に転用する場合には銅の摂取量が過剰となり、銅中毒を起こす危険性が高くなるので、十分に注意する必要がある。

参考（調査データ）

2004年の冬分娩子羊の体重推移と販売状況（図2.3.2.4）、2004年から2005年にかけて実施した羊の肥育調査結果（図2.3.2.5）及び飼料給与量（表2.3.2）を示した。

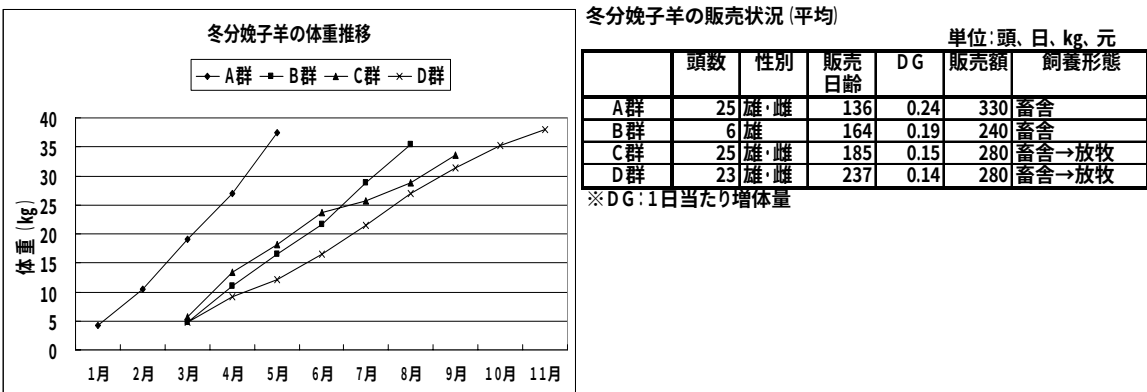


図 2.3.2.4 冬分娩子羊の体重推移と販売状況

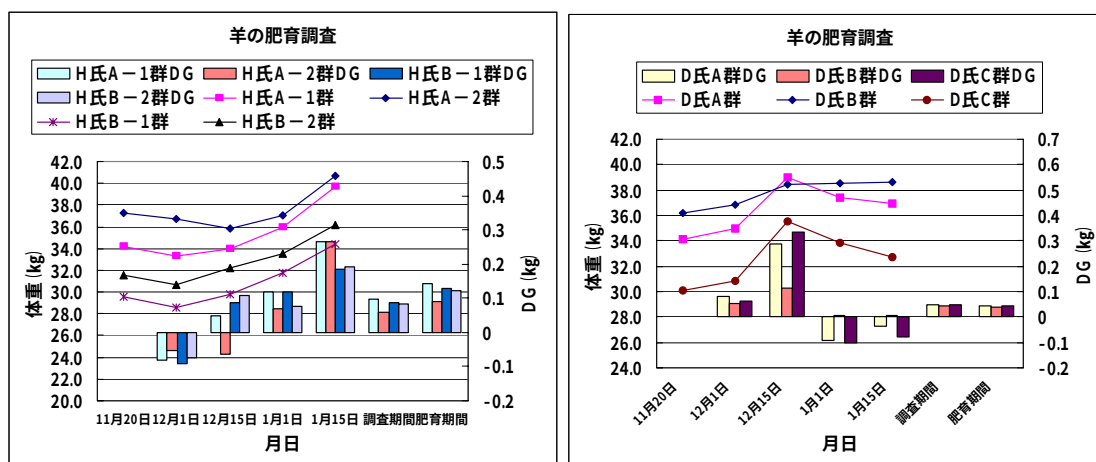


図 2.3.2.5 羊の肥育調査結果

表 2.3.2 羊の肥育調査での飼料給与量

単位：kg／頭・日

	飼料	2004. 11/20～ 11/30	12/1～ 12/20	12/21～ 2005.1/15
H氏A-1群 頭数：3頭 自己繁殖子羊	乾草	2	2	2
	ソルガムサイレージ	2	2	2
	配合飼料	0.5	0.8	1
H氏A-2群 頭数：3頭 自己繁殖子羊	乾草	2	2	2
	トウモロコシサイレージ	2	2	2
	配合飼料	0.5	0.8	1
H氏B-1群 頭数：5頭 外部導入子羊	乾草	3	3	3
	ソルガムサイレージ	2	2	3
H氏B-2群 頭数：5頭 外部導入子羊	乾草	3	3	3
	トウモロコシサイレージ	2	2	3
D氏A群 頭数：5頭 外部導入子羊	乾草	3	3	4
D氏B群 頭数：5頭 外部導入子羊	乾草	3	3	3
	トウモロコシサイレージ	2	2	3
D氏C群 頭数：5頭 外部導入子羊	乾草	2	2	2
	サイレージ（混合）	2	2	2
	配合飼料	0.5	0.8	1

2.3.3 牛の飼養

(1) 目的

牧畜経営における収入の多様化を図るためには、定住地での牛の飼養により、これまで自家消費されていた生乳について、乳業工場への販売に取り組むことが有効となる。ここでは、生乳の生産・出荷（販売）について手順等を記述する。

(2) 手順

図 2.3.3 に生乳の生産・出荷（販売）の手順を示した。

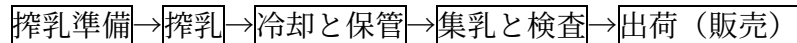


図 2.3.3 生乳の生産・出荷（販売）の手順

(3) 方法

1) 搾乳準備

- (a) 搾乳用の服装に着替え、手指を消毒する。手指の消毒を効果的にするためには、ゴムまたはビニール製の手袋をはめることが望ましい。
- (b) 搾乳用の器具類を用意する。

2) 搾乳

- (a) 牛を安心させ、落ち着かせていつもと同じ時刻に同じ手順で行う。

- (b) 前搾り（4～5 回）をして専用の容器内に捨てる。これは細菌数の高い乳を捨てると同時に、異常乳（乳房炎）を発見するために行う。また、乳頭への刺激を行うことで搾乳に必要なホルモン（オキシトシン）分泌を促すことになる。なお、前搾りの乳は、畜舎内の床に捨てないようにする。これは、乳房炎にかかっている牛がいた場合、他の牛の乳房にうつるおそれがあるので注意する。



- (c) 乳頭の清拭と乾燥を行う。これは、乳頭の汚れを落とし、乳頭に付着している細菌数を減らすために行う。清拭は、乳頭の側面だけでなく乳頭口の周囲を念入りに清拭することが大切となる。また、乳頭の湿り気を拭き取って乾燥させることは、乳頭の細菌数をさらに減少させることにつながる。



(d) 清拭と乾燥後、速やかに搾乳を行う。
搾乳開始が遅すぎると、オキシトシンの分泌が低下して、乳量の減少を招き、搾乳時間の延長につながる。なお、最後の1滴まで搾りきろうとすると過搾乳となり乳頭に損傷を与えることになるので注意する。



搾乳

(e) 搾乳後、乳頭を清拭する。これは、搾乳後の乳頭口は、しばらくは開いた状態であることから、細菌の定着や増殖を抑制するために行う。清拭は、乳頭を固く絞った清潔な布でよく拭く。これを怠ると乳房炎の原因になるので注意する。

3) 冷却と保管

搾乳した生乳は、清潔な布などで濾過した後、冷水の入った容器で冷却し、その後は冷暗な場所で集乳所に運搬するまで保管する。搾乳後1～2時間以内に乳温を10℃以下に下げることにより、細菌の急激な増殖を防ぐことが可能となる。



生乳の冷却



保管

4) 集乳と検査

保管しておいた生乳を集乳所へ運ぶ。集乳所では、生乳の検査（色、臭い、比重、凝集の有無）をする。正常乳以外は出荷（販売）してはならない。



比重計



アルコールによる凝集検査

検査に合格した生乳の計量、濾過を行い、出荷（販売）用の容器に入れる。容器は、冷暗な場所では出荷（販売）するまで保管しておく。

5) 出荷（販売）

保管しておいた生乳を、乳業工場から集荷に来た運搬車に積み込む。出荷（販売）数量の確認と記録を行い、乳代精算時に相違がないよう留意する。



2.4 牧畜・農業複合型

牧畜・農業複合型は、定住地圃場での飼料生産の他に、換金作物を作付けし、家畜以外の収入を得ることが特徴である。収入の多様化は、家畜増頭の抑制につながり、結果的に自然草地に与える負荷を抑制することができる。さらに、家畜を所有するメリットを最大限に生かした持続的循環型農業を目指すことも重要である。

2.4.1 換金作物生産

換金作物とは自給用の食用作物、飼料作物とは異なり、最初から販売目的で作付けする作物のことであり、生産量が上がれば、それに比例して収入が増える性質のものである。

換金作物生産は3つの段階に大きく分けられる。すなわち①播種以前、②播種－収穫、③収穫－販売であり、必要な作業を下表に表してある。農牧民自身がこれらの栽培技術および決定基準・判断基準について知っていることが重要である。

播種以前	作目選定、品種選定、作期決定、圃場作り
播種－収穫	施肥量決定、灌漑量決定、栽植密度決定、栽培管理
収穫－販売	収穫時期判断、脱穀、調製、販売

(1) 作目の選定

換金作物として栽培作物を選ぶ際に重要なのは、栽培適性と換金性である。アルタイ市アラハク郷における各作物の栽培適性は表 2.4.1.1 のようにまとめられる。

表 2.4.1.1 アルタイ市アラハク郷における作物・野菜の栽培適性比較

種類	適	難	評価項目	適性	作りやすさ
作物	トウモロコシ	ヒマワリ	熟期	早さ	作りやすい
作物	ダイズ	コムギ	播種期	遅さ	↑
地下茎	バレイショ	タマネギ	肥大期間	短さ	
根菜	ダイコン	ニンジン	肥大開始	早さ	
葉菜	キャベツ	ハクサイ	病気	強さ	
果菜	ナス	キュウリ	要水量	少なさ	↓
果菜	トマト	ハミウリ	水・肥管理	容易さ	作りにくい

1) 熟期

高緯度地域では、秋の気温の低下が急速に訪れるので、熟期が遅い作物は、完全な成熟を迎える前に、生育を停止してしまう。したがって熟期が早いことが適性の評価基準となる。トウモロコシとヒマワリとで比較すると、同じ時期に播種した場合にはヒマワリの方がやや熟期が遅いため、適性がやや劣ると判断される。

2) 播種期（播種適期）

春の気温と地温が上がらなければ播種はできても出芽しないことが多い。出芽に必要な地温の目安は5～10℃である。アルタイ市アラハク郷では3月下旬～4月上旬に地温が3日続けて5℃を超える。生育期間を確保するための播種適期が地温の上昇する時期よりも早い作物の場合は適期を逃すことになる。したがって播種適期が遅いことが適性の評価基準となる。(2)の作期決定の項でも述べるが、多くの野菜は播種適期が生育可能期間よりも早いため、露地での栽培は向かない。また、ダイズとコムギとで比較すると、コムギの播種適期が早いため、適性が劣ると判断される。

3) 肥大期間

高緯度地域では、栽培期間が限られているので、根茎などの肥大に長期間を要する作物は、完全に肥大する前に、肥大を停止してしまう。したがって肥大期間が短いことが適性の評価基準となる。バレイショとタマネギとで比較すると、タマネギの方が肥大期間が長いため、適性が劣ると判断される。

4) 肥大開始

高緯度地域では、栽培期間すなわち肥大期間が限られているので、肥大期間の長さが得られない場合に、肥大開始が遅い作物は小さいまま収穫を迎えることになる。したがって肥大開始が早いことが適性の評価基準となる。ニンジンとダイコンではダイコンが比較的早い時期に肥大を開始するのに対して、ニンジンは開始が遅いため、適性が劣ると判断される。

5) 病気

栽培のしやすさとして、病気に強いことが適性の評価基準となる。例としてキャベツとハクサイで同じ土地に栽培した場合でハクサイのみが病害を受けた場合があり、そのような場合にはハクサイの適性が劣ると判断される。

6) 要水量

開花期から収穫期にかけて多くの水を必要とする作物は、それに見合った灌水が必要である。しかし灌水間隔や灌水量などで十分な灌水ができない場合も多く、それでも収穫量の低下が小さい作物は栽培しやすい。したがって、要水量の少なさが適性の評価基準となる。キュウリとナスを比較するとキュウリの方が要水量が大きく、適性が劣ると判断される。

7) 水・肥培管理

収穫量の増加、品質の向上のために、特別な水管理、肥培管理が必要とされる作物もあるが、逆に水管理、肥培管理が容易な作物は栽培しやすい。したがって、水・肥

培管理の容易さが適性の評価基準となる。たとえば、ハミウリとトマトを比較するとハミウリでは品質を高めるための特別な水管理・肥培管理が要求されるため、粗放な栽培体系の中では、適性が劣ると判断される。

8) 作りやすさ

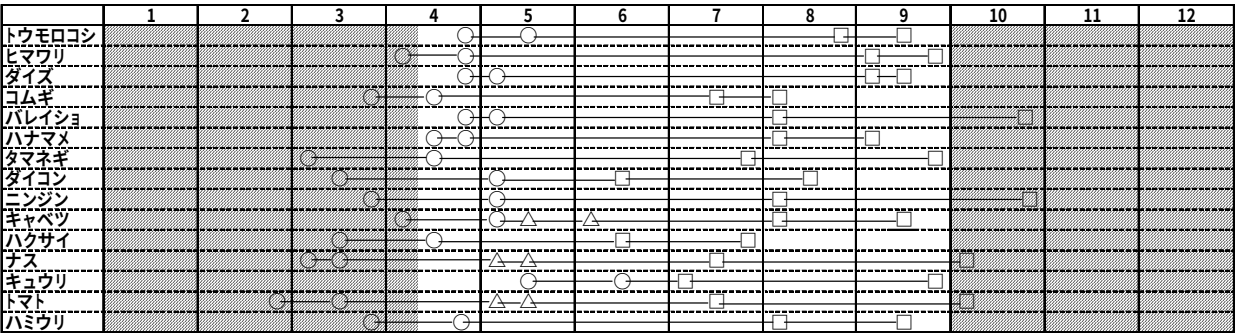
5 から 7 までの評価基準は栽培しやすさに関係しているものであるが、一般的に畑作物と野菜を比べると畑作物の方が粗放な管理で栽培が可能である。

9) 換金性

換金性を評価するためには、定住地周辺で栽培されている作物にどのようなものがあるか調査することが必要である。市場での価格調査も重要である。販路が確実であるかどうかを調べておくことも重要であり、地域（政府など）で振興している（特産）作物を栽培することは、販路が確実であることから有利である。ただし、規格に合うように作ることが求められる場合には、集約的な管理が必要である。

(2) 作期決定

気象条件のうち、重要な項目は、気温、日射量、日長、降水量、地温、風速などである。作物の発育ゼロ点は通常 10℃であり、作期（生育可能期間）は気温が 10℃を超える期間として設定される。高緯度地域であれば作期は限られがちである。



*播種:○, 定植:△, 収穫:□.
*バレイショは播種ではなく、種イモ植え付けを○で表してある。

図 2.4.1.1 アルタイ地区で栽培される作物・野菜の播種適期と収穫適期

留意点：

生育可能期間

アルタイ地区では、生育可能期間は 4 月中旬頃から 9 月下旬頃までであり、その中に栽培期間が入る作物を選ぶことが重要である。野菜の多くは播種適期が生育可能期間の中に入らないため、ビニルハウスや屋内など、加温した育苗が必要となる。

1) 早期播種の重要性

高緯度では、早播きしなければ多収が得られないことが多い。実際にアルタイ地区のダイズの例では、播種時期が遅れるほど、収量が低下する傾向にある(図 2.4.2.2)。

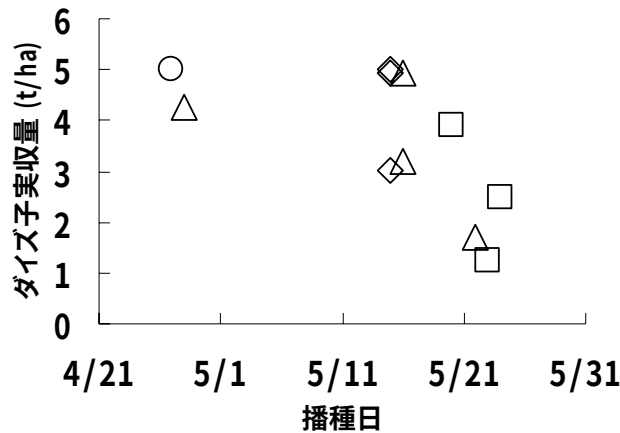


図 2.4.1.2 2004 年ダイズ栽培における播種日と子実収量の関係

(△:アルタイ市アラハク郷 2003 年開発農牧民圃場, □:アルタイ市アラハク郷 2004 年開発農牧民圃場, ◇:アルタイ市アラハク郷圃場 (先進), ○:ハバカ県 ジャイルマ郷 (先進))

早播きの障害となるものには、4 月の強風、遅霜、灌漑水・種子・機械の手配などがある。春先の牧畜作業との競合による労働力不足も考慮に入れる必要がある。

春先あるいは秋口の低温が栽培の障害になる場合には、ビニルハウス・ビニルトンネル・ビニルマルチの利用で防げる場合がある。しかし規模が大きいものは実用上難しいので、利用するとしても野菜の育苗用としての利用にとどめるのが良い。ビニルハウス・ビニルトンネル中の温度は外の環境温度より 3℃～5℃高く保つことができる。ただし、トンネルは開閉が必要であり、そうしないと、内部の気温が 60℃を超えてしまうこともあり得るので注意が必要である。

2) 短期間で栽培できる作目

野菜によっては短期間で栽培できる作目がある。ハツカダイコン、ダイコンなどは短期間で栽培できるものの例である。

(3) 圃場作り

整地には 6 個の基準がある。平坦、正しく、細かく、湿度、筋をまっすぐ、土壌をふわふわさらさらに。これらの基準を満たすことが、適切な出芽のために必要である。圃場作りに関しては、第 3 章も参照されたい。

(4) 水管理・肥培管理技術、栽植密度の決定

乾燥・半乾燥地域における高日射量、低肥沃度という特徴が見られる土地で、灌漑を前提とした栽培を行い、蒸発を抑制するには、ある程度の栽植密度を確保した栽培が有効である。また、それに見合った最小限の灌水量が求められる。土地は有機物が少ない場合が多いので、追肥などを含んだ効果的な施肥法が求められる。

1) 水管理技術

降水量が少なく、灌漑栽培が主となる土地では、灌水量が過剰な場合、多くの水を無駄に使うことになる。逆に、灌水量が不足する場合、作物の生育が抑制される。そこで、適正な灌水量を知り、効率的な灌水を行うための情報を得ることが必要である。水管理は、1回の灌水量と灌水間隔で、調整するものである。生育段階によっても灌水量を調節することが望ましい。

留意点：

トウモロコシとヒマワリの適正灌水量

トウモロコシ、ヒマワリの生育期間中の全灌水量の適正值は 450mm である（アルタイ地区標準）。450mm 以上の灌水量ではかえって根の生育を阻害することによって地上部の生育も阻害を受ける（表 2.4.1.2，表 2.4.1.3）。

表 2.4.1.2 灌水量とトウモロコシの生育および収量の関係
(アルタイ市アラハク郷 2004 年)

灌水量 (mm)	草高 (cm)	雌穂乾物重 (mg/本)	個体乾物重 (mg/本)	根長 (cm)
0	120	40.5	113.2	26.3
300	128	61.1	156.8	22.0
450	140	71.0	179.8	24.5
600	135	43.2	136.4	22.3

表 2.4.1.3 灌水量とヒマワリの生育の関係
(播種 30 日後)(アルタイ市アラハク郷 2005 年)

灌水量 (mm)	草高 (cm)
0	14.7
300	15.9
450	17.2
600	14.8

全灌水量を基にし、比例配分した灌水を行っている。

2) 肥培管理技術

乾燥・半乾燥地域における有機物が少ない土壌においては、肥効を考えると、追肥は必要であると考えられ、有効な時期と方法が求められる。作物の種類あるいは品種によって施肥に対する反応は異なると考えられるので、それを把握することが重要である。一定量以上の施肥に対して生育の反応が鈍る場合には、それ以上の施肥が有効に使われないことに留意する必要がある。

a) 肥料の種類とその特徴

肥料には有機肥料と無機肥料（化学肥料）があり、前者は緩効性のものが多く、後者は速効性のものが多い。

また、土壌分析が必要になるが、アルタイ地区のようにカリが多く含まれている土地では、通常カリの施肥は必要がない。

尿素は基肥で施用するよりも追肥の方が肥効が高い場合が多い。播種直後には根系の発達が未熟で、作物に有効に吸収されない尿素的割合が高いからである。高緯度で早播きをしようとする場合、作付け当初は気温が低い場合が多く、生育がゆっくりしており、気温の上昇にともない、生育のテンポが速くなっていく。その場合には、生育前半は十分磷酸を効かせて根を張らせ、生育後半温度の上昇にともなって窒素を効かせるという肥培管理が基本になる。

堆厩肥などの有機肥料は通常追肥の形では行わず、基肥として全面、全層に施用する。追肥には速効性が求められるからである。

下表に代表的な肥料の種類とその特徴をまとめて表す。

種類	肥効	施肥時期	施肥場所
有機肥料（堆厩肥等）	緩効性	基肥（耕起時）	全面全層
尿素（窒素成分）	速効性、茎葉の発達	追肥	表面
磷酸二安（磷酸成分）	速効性、根、花果の発達	基肥（播種時）	播種溝脇
硫酸カリ（カリ成分）	速効性、根の発達	基肥（播種時）	播種溝脇
化成複合肥料	速効性、複合的	基肥、追肥	播種脇溝

b) 施肥量

留意点：

トウモロコシとヒマワリの施肥反応の違い

トウモロコシはアルタイ地区標準施肥量以上でも、施肥量が増えるほど収穫量が増加するが、ヒマワリの場合はアルタイ地区標準施肥量でほぼ最大となる（表 2.4.1.4、表 2.4.1.5）。

表 2.4.1.4 施肥量とトウモロコシの生育および収量の関係
(アルタイ市アラハク郷 2004 年)

施肥量 (標準比)	草高 (cm)	雌穂乾物重 (mg/本)	個体乾物重 (mg/本)
50%	137	20.2	78.6
標準	125	26.8	83.7
150%	128	36.9	104.7

表 2.4.1.5 施肥量とヒマワリの生育の関係
(収穫期) (アルタイ市アラハク郷 2004 年)

施肥量 (標準比)	草高 (cm)
50%	55.6
標準	69.7
150%	67.3

c) 追肥

窒素肥料である尿素は速効性であるが、肥効が長く続かないことが多い。その場合には、追肥をすることが有効である。作物が急激な生長をする時期、すなわち開花期前後が、追肥の時期として適当である。また、基肥として尿素を施用していない場合には、第 1 回目の灌水時期に追肥することが推奨される。

留意点：

追肥のしかた

追肥をするときには上からバラバラと撒くのではなく、作物の葉を傷つけないように、地面に溝を掘って追肥する方法が良い。

表 2.4.1.6 開花期追肥がヒマワリの生育および収量に及ぼす影響
(アルタイ市アラハク郷 2005 年)

圃場番号	草丈 (cm)		全新鮮重 (kg/m ²)		頭花新鮮重 (kg/m ²)		子実収量 (kg/ムー)	
	無追肥	追肥	無追肥	追肥	無追肥	追肥	無追肥	追肥
1	84	102	1.60	2.11	0.93	1.20	93	151
4	77	92	1.10	1.80	0.61	0.95	23	31
14	72	66	1.57	1.65	0.96	0.93	77	81
24	121	112	2.34	2.85	1.22	1.49	105	141

追肥は開花期前後（播種 2 ヶ月後）に尿素で 10kg/ムー（150kg/ha）施用。

3) 栽植密度

低肥沃度の土地では、個体当たりの生育があまり大きくないため、面積当たりの生長量を確保するために、通常よりも密植栽培をすることが考えられる。また高日射量条件で、畑地からの蒸発を抑制するためにも密植は有効である。さらに密植は雑草の抑制にも効果がある。

留意点：

ダイズの適正栽植密度

ダイズは畦間 30cm から 60cm の範囲では、密植ほど収量が増加する(表 2.4.1.7)。畦間 60cm では広すぎるので、少なくとも 45cm より狭くするのが良い。中耕除草などでトラクタが入るのに便利のように、30cm と 60cm の畦間を交互に作る方法もある。

**表 2.4.1.7 畦間とダイズの収量の関係
(アルタイ市アラハク郷 2004 年)**

畦間 (cm)	収量 (t/ha)
30	3.08
45	2.69
60	2.33

株間はすべて 10cm

(5) 最適条件が得られない場合の対策

最適条件で作物栽培を行えば、高い収量が見込まれるが、常に最適条件で栽培できる訳ではない。その場合には、栽培方法に工夫をすることによって、収量の落ち込みを減ずることができる。

1) 播種の適期を逃した場合

生育期間が短くなるため、個体当たりの生育は小さくなる。その場合、面積当たりの生長量を確保するために、標準よりも栽植密度を増加させる方策が有効である。また、収穫期が遅くなりすぎないように早生の品種を選ぶのが有効である。栽植密度を増加させる場合には、過度にすると病気の危険性が増すことに留意する。

2) 化学肥料が必要量買えない場合

基肥としての家畜糞や堆厩肥を標準よりも多めに施用する。外国から導入された品種は通常多肥を好み、少量の肥料では逆に生育が劣る場合があるので、少ない肥料で生育の良い品種を選ぶのが有効である。

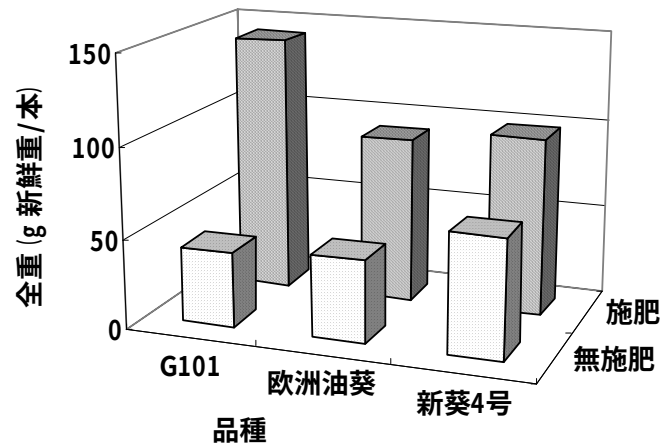


図 2.4.1.3 油ヒマワリ 3 品種の施肥反応（ハバカ県ジャイルマ郷 2004 年）

留意点：

ヒマワリの施肥反応の品種間差

ヒマワリ 3 品種の中で、アメリカ品種の G101 は、多肥条件では生育が良いが、少肥条件で生育が良いのは現地品種の新葵 4 号である。

3) 灌水のための水が十分確保できない場合

灌水量が少なくても生育する耐乾性の強い作物を作付けする。あるいは生育期間の短い作物を作付けする。

(6) 収穫・調製・販売

収穫は適期に行うことが重要である。乾燥した気候を利用して、できるだけ圃場で乾燥させる方法をとる。調製は乾燥、脱穀が主なものである。販売する場合、品質が良いものとして売り込むことが重要である。逆に商人のニーズに応えるようなものを作ることが重要であり、商人の意見を栽培にフィードバックする必要がある。

(7) 代表的な作物の栽培法（ダイズ）

アルタイ地区における代表的な換金作物はダイズである。ダイズは中国では全体的に不足しているため、需要が大きい。新疆は灌漑水が確保されれば、日射量も多く、気候的にはダイズ栽培に最適ともいえる土地である。ダイズは比較的栽培しやすい作物であるが、播種時期、栽植密度、播種直後の水管理が重要である。生育のための成分として窒素肥料の他に根粒菌による窒素固定が利用できる。

1) 手順

下図に、ダイズ栽培における作業工程を示した。とくに開発初年度の栽培では、根粒菌接種が推奨される。

	4～5 月	6～7 月	9 月
一年目	灌水→耕起→基肥→ 根粒菌接種→播種	追肥	収穫
二年目以降	灌水→耕起→基肥→播種	除草、病虫害防除	収穫

2) 栽培管理

ダイズ栽培のポイントは、適切な水管理と肥培管理である。とくに、収穫物である子実には高濃度のタンパク質が含まれるため、その原料である窒素はダイズの生育においてきわめて重要である。

項目	内容	写真
灌水	播種前に十分な灌水を行う。	
耕起	- 根と根粒が働きやすいように十分耕起するのが望ましい - 耕起深：25～30cm	
基肥	- 堆肥または家畜糞：1～2 トン／ムー - 尿素：5～10kg／ムー - 磷酸：10～15kg／ムー - 磷酸は播種と同時に散布。尿素は一回目の灌水の直前に散布する。	
播種	- 播種適期：4 月末～5 月始 - 播種量：7～9kg／ムー - 畦間 30～45cm、株間 5～10cm - 栽植密度：22000～26000 株/ムー	

灌水	灌水頻度は5日から7日に一回を目安とし、土壌水分の状態を見て、適宜灌水する。	
追肥	- 開花期に以下の化学肥料を追肥する。とくに葉の色が黄色い場合には追肥が必須である。 - 尿素：10～15kg／ムー - 磷酸：5kg／ムー	
収穫	- 成熟期に収穫する。 - 圃場に地干ししてからニオ積みする。 - 脱穀は、棒や竹の道具を使ったり、トラクタなどを収穫物の上を走らせたり、あるいは動力脱穀機によったりする。	

留意点：

開花期の管理と収穫適期

開花期に追肥を行う。とくに葉の色が黄色い場合には追肥が必須である。根粒菌接種を行った場合には通常追肥はしなくてもよい。この時期の灌水、施肥はきわめて重要である。

収穫適期は、ほとんどの葉が黄色くなり、落葉し、半分以上の莢の色が茶色になった頃である。遅すぎると裂莢のロスのおそれがある。莢が色づき始めて以降は、灌水をしないようにする（1～2週間で収穫適期を迎える）。

3) ダイズ栽培における根粒菌の役割

日射量が高く、また灌漑により土壌中の水分含量をコントロールできるような土地では、根粒による窒素固定の活性を高く保つことができる。

(a) 根粒菌接種の目的と方法

開発地においては、窒素固定に役立つ根粒菌の密度が高くないことが多く、マメ科作物を栽培してもすぐに窒素固定が高まることは期待できない。ダイズ栽培を行っているところから土を持ってきて攪拌、耕起する方法もあるが、土着の根粒菌が窒素固定に優れた菌であるとは限らない。そのような場合には、根粒菌資材を接種した上で播種することが有効である。中国では、根粒菌資材は秦皇島で作られているもの（富思徳）が入手可能である。接種の方法は以下の3通りある。この中で最も効果が高いのは種子粉衣である。種子近傍に窒素固定効率の高い接種菌が高濃度で存在し、接種菌による根粒着生の割合が増えるからである。

	方法	特徴および留意点
肥料的施用	菌剤を粒状の有機肥料、磷酸二安などの基肥とよくかき混ぜてから、種子と一緒に機械で播く。	・機械播種で用いられる ・窒素肥料と接触させると効果が落ちる
種子粉衣	適量の水で菌剤を濡らして、種子を菌剤とよくかき混ぜ、種子の各粒の表面に菌剤を塗って、しばらく陰干しした後に播種する。まず種子を濡らして、菌剤を混ぜて、均一に種子に塗ってもよい。	・機械播種、手播きの両方で用いられる ・十分に乾かないうちに機械播種すると種子の落ちが悪くなり播種量の減少を招く
穴状施用 筋状施用	混ぜた菌剤を 10kg の湿った細かい肥土とよく混ぜて、同じ量を穴または溝の中に施してから種子を播く。	・効果は肥料的施用と同じである ・追肥的に施用することも可能である

留意点：

根粒菌接種の効果

根粒菌接種によって、播種量の減少のためか m^2 株数の減少が見られるが、子実収量で見ると、ほとんどが増収につながっている。

表 2.4.1.8 根粒菌接種がダイズの収量に及ぼす影響(アルタイ市アラハク郷 2005 年)

圃場番号	m^2 株数 (本/ m^2)		1 株莢数 (個/本)		m^2 莢数 (個/ m^2)		子実収量 (kg/ムー)	
	非接種	接種	非接種	接種	非接種	接種	非接種	接種
1	50	35	14	22	707	756	199	219
12	48	45	14	16	671	687	148	169
13	50	68	8	9	418	595	128	174
14	44	48	14	15	594	710	151	174
24		61		8		495		127
新 4	49	37	17	26	822	954	156	187
新 18	56	29	13	24	754	636	221	169

24 は対照なし。新 4、新 18 は 2004 年に作付開始。それ以外は 2003 年に作付開始。
1ha=15 ムー。子実収量は子実水分 15%の補正值。

(8) 代表的な作物栽培法（油ヒマワリ）

もう一つの代表的な換金作物には油ヒマワリがある。油ヒマワリは生育期間が長い。極早生品種を利用して密植するのが生育期間の短い高緯度地域では最も良い生産方法であるが、すぐには品種更新が難しいため、通常の品種を用いた栽培法を以下に説明する。

1) 手順

下図に、油ヒマワリ栽培における作業工程を示した。

	4 月	6～7 月	9 月
毎年	灌水→耕起→基肥→播種	除草、病虫害防除、追肥	収穫

2) 栽培管理

油ヒマワリ栽培のポイントは、適切な水管理と肥培管理である。開花期前後に急激に伸長するので、その時期の水管理・肥培管理はとくに重要である。

項目	内容	写真
灌水	播種前に十分な灌水を行う。	
耕起	耕起深：25～30cm	
基肥	- 堆肥または家畜糞：1～2 トン／ムー - 尿素：5～15kg／ムー - リン酸：10～20kg／ムー - リン酸は播種と同時に散布。尿素は一回目の灌水の直前に散布する。	

播種	● 播種期：4月始～4月末 ● 播種量：0.6～1.0kg／ムー ● 畦間 40～70cm、株間 10～20cm	
灌水	● 灌水頻度は5日から7日に一回を目安とし、土壌水分の状態を見て、適宜灌水する。	
追肥	● つぼみができたころから開花期にかけて以下の化学肥料を追肥する。 ● 尿素：10～20kg／ムー	
収穫	● 成熟期に収穫する。 ● 開花 40～50 日後、花托表面が鈍い黄色を呈するようになった時。	

留意点：

着雷期から開花期の管理と収穫適期

つぼみができたころから開花期にかけて追肥を行う。急激に生育が進む時期でもあるので、この時期の灌水、施肥はきわめて重要である。

収穫適期は、開花 40～50 日後、花托表面が鈍い黄色を呈するようになった時である。頭花が下を向くようになったら灌水を控えるようにする。

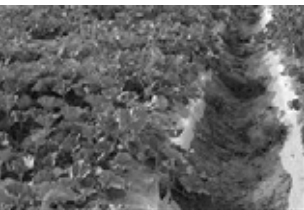
(9) 代表的な野菜の栽培法（ハミウリ）

アルタイ地区で換金作物として成功している野菜はハミウリである。ハミウリは新疆の特産品として中国全土からの需要があり、品質の良いものが生産できれば収益性も高い。仲買人は主として都市などの大消費地から来るので、ある程度のまとまった規模が必要である。栽培しやすさの面から見ると、最初は難しいかも知れないが、技術の向上にともなって、生産性、収益性の向上が見込まれる。

1) 栽培管理

ハミウリ栽培のポイントは、適切な水管理と肥培管理である。開花期前後の水管

理・肥培管理はとくに重要である。商品価値の一部を占める果実糖度は水管理・肥培管理などにも左右され、収穫時期の見極めにも左右されるので、それらに対する熟練が必要である。

項目	内容	写真
灌水	播種前に十分な灌水を行う。	
耕起 畦立て マルチ	- 耕起深：25～30cm - 畦立てを行う（畦間 2m、株間 40-50cm） - ビニールでマルチングを行う	
基肥	- 堆肥または家畜糞：1～2 トン／ムー - 尿素：20kg／ムー - 磷酸：10～20kg／ムー - 磷酸は播種と同時に散布。尿素は一回目の灌水の直前に散布する。 - 尿素、磷酸の代わりに撒可富（16N－16P－8K）：25kg／ムー施肥してもよい。	
播種	- 播種期：5 月始～6 月始 - 播種量：2 粒／穴、80～120g／ムー	
灌水	- 灌水頻度は 5 日から 7 日に一回を目安とし、土壌水分の状態を見て、適宜灌水する。 - 畦全面がぬれる程度	
追肥	- つぼみができるところから開花期にかけて以下の化学肥料を追肥する。 - 尿素：10～20kg／ムー - 磷酸：5kg／ムー - 尿素、磷酸の代わりに撒可富（20N－10P－10K）：15kg／ムー施肥してもよい。	

収穫

- 成熟度中程度で収穫する。
- 果実重量が標準に達した時。
- 果実糖度が 13%以上になったとき。
- 果実表面がネットで 70%覆われたとき。



留意点：

着雷期、開花期、収穫期の水・肥培管理

つぼみができたころから開花期にかけて追肥を行う。この時期の灌水、施肥はきわめて重要である。

収穫時期は、1 ヶ月以上続くので、水や肥料切れに注意する。

有害生物対策

うどんこ病にかかりやすいので、必要に応じて農薬を用いて防除する。

収穫期に鳥に狙われやすいので、必要に応じて防鳥対策をとる。

(10) 換金作物生産技術の普及方法

1) 普及員による指導

農業技術普及員は、作物生産をする農牧民に最も近いところにいる存在であり、栽培に関しての選択、判断に関して、アドバイスを求められることも多い。重要なのは、農牧民と普及員とがコミュニケーションを密に保つことである。

2) 技術書の活用

農業技術普及に関わる機関が作成した栽培マニュアルや書籍から作物栽培の知識が得られる。播種時期などで、それらを参考にすることは重要である。しかし施肥量に関しては、以下のことを考慮して活用することが重要である。すなわち、①開発したばかりの土壌条件は有機物が少ない場合が多い、②農牧民の経済状態で投入できる資材は限られている。その場合には、例えば、家畜糞由来の有機肥料の割合を増やすなど、肥料の種類と量を工夫することが有効である。

3) 技術習得者との交流

定住後間もなく、何を栽培してよいか判断しかねるとき、どのように栽培してよいか分からないときなどには経験のある農牧民の協力を仰ぐことも有効である。場合によっては、共同で農作業を行い、栽培技術を学ぶことも有効である。

2.4.2 有害生物対策

定住開始時には、牧草、作物、野菜などの生産を始めるが、それまで耕地でなかった土地に、すぐに大きな被害を与えるような有害生物はあまりいないと考えられる。とくに乾燥・半乾燥地域では、病虫害は極めて少ないとされている。しかしながら、そのような生産に負の影響を与えるものに対する対策は、害が顕在しないうちは良いが、対策を立てておかねば手遅れになることもあるので準備が必要である。生産が始まった耕地では、灌漑の開始によって、生態系や微気象が、より湿潤の方向に向かうため、雑草、病虫害が増加することが多い。

(1) 雑草防除

大規模に作物栽培を行う場合、一部に雑草が生えるのは許容できることが多いが、雑草が高密度になったり、作物の草丈を超えるようになったりすると、作物の生育に影響するため、重要なのは、雑草がそれ以上広がらないようにすることである。

1) 雑草防除の目的

雑草防除の目的は、作物の生育および収量を確保することである。適切な防除は、次年度以降の雑草密度を下げるという効果もある。

2) 雑草防除の方法

雑草防除には、除草剤を使う方法(化学的防除)、中耕などを行う方法(物理的防除)、アレロパシーを利用する方法(生物的防除)などがあるが、それよりも実用的で有効だと考えられるのは、作物の生育を良くすることにより、雑草を抑制する方法(生態的防除)である。栽植密度を高めにする、灌漑を適切に行い、作物生育を雑草生育より上回らせることが主な方法である。

3) 雑草防除の時期

播種前に、雑草を抑制する薬剤を土壌に混ぜる方法がある。作物が出芽後、本葉が4、5枚になった頃、雑草が多い場合には、除草が必要になる。除草剤を散布する方法と、簡単な機械、ホー、手を使って除草する方法がある。それ以後は作物の生育が雑草に勝ることが多い。除草剤を用いる際には、その選択性に留意し、作物に影響を与えず、雑草に効果が高いものを選ぶことが重要である。

4) 各作物と雑草

ダイズは生育初期には中耕、除草作業が容易であり、生育中期から後期にかけては茎葉が繁茂し畦内遮光度が高まることから、ダイズを中心とする作付体系では雑草の発生数が少ないとされている。しかし適切な除草が行われないと、ヒマワリやトウモロコシと比べて草丈が低い、かえって雑草の繁茂を招くことに注意する必要がある。アルファルファは多いときは年に3回刈り取りを行うため、雑草が成熟し種子を

持つ前に除草が行われることになり、雑草の密度を下げる効果がある。

留意点：

畦畔雑草

雑草防除は耕地内のみならず、畦畔や水路についても重要である。防除を怠ると、畦畔は雑草の温床となり、種子を飛散させ、翌年以降の耕地の雑草密度を増加させることになる。

5) ネナシカズラ

ネナシカズラは草木や低木に巻きつき寄生する一年生の草本である。アルタイ地区では、アルファルファ草地の生産性を大きく低下させる代表的な雑草である。

寄主に巻きつくと寄生根を出し、寄主から水分と栄養分を吸収する。寄生根を出した後は、主根は消失し植物体は地上から離れる。

ネナシカズラの種子は、水分の供給で容易に発芽する。しかし、水分の供給がないと、種子は土中で20年以上生きているものもある。

防除方法は刈取りによるものが最も省力的で効果が高い。刈取りのタイミングは、寄主に巻きつき寄生根を出してから主根が地上部を離れる時が最も効果的である。刈取りで防除できない時は、薬剤を用いる方法もある。

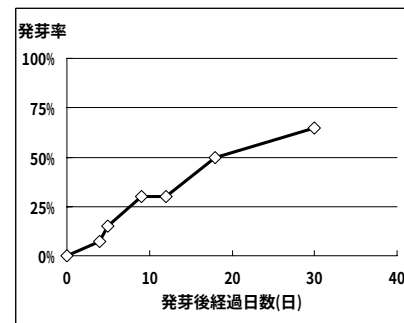


図 2.4.2.1 水分供給下でのネナシカズラの発芽率の推移

ネナシカズラが巻きついたアルファルファ



ネナシカズラの寄生根

(ギザギザに見えるところ)



(2) 病虫害防除

一般に病原菌（糸状菌、細菌、ウイルスなど）は、多湿を好むので、乾燥・半乾燥地域の高日射、少雨という環境では、発生、蔓延が抑制される。アルタイ地区でセンチウの実態調査を行った結果でも、存在は確認されるものの、まだ深刻な被害は出ていない。

1) 病虫害防除の目的

灌水量、施肥量などがコントロールできる栽培環境にあって、生産に対する影響が大きいのは病虫害によるものである。被害が甚大なときには、収穫皆無となってしまうこともあるので、許容できる範囲内に病虫害をとどめることが重要である。

2) 病虫害防除の方法

病虫害は、発生してから農薬（殺菌剤、殺虫剤）で防除することも可能であるが、持続的な農業を考えると、予防的対策を重視した方が良い。種子消毒も予防的対策の1つであり、とくに土壌伝染性の病気に効果がある。病虫害の発生を確認したら、耐病性、耐虫性品種があるかどうかを調べて、栽培品種を切り替えることも必要である。

3) 農薬での防除方法

病気や害虫の発生を確認したら、それに対応する農薬を散布する。収穫物に農薬が多量に残留するのを防ぐために、過度な散布と、適正な散布時期を越えた時期の散布は慎むべきである。

留意点：

病虫害の土壌伝搬の防止

作付けをするときに、病虫害の土壌を通じた伝搬を防ぐために、種類の異なる作物の間に溝を作ると有効なことがある。圃場内水路の作成をそれに利用することもできる。また、病虫害の発生をもとに翌年の作付け作物を考慮すべきであり、被害が甚だしいときには、収益を考えず、クリーニングクロップを作付けすることも必要である。

(3) 有害動物防除

野菜苗は定植後間もない小さい時にネズミの食害を受けやすいので注意する。コムギもまたネズミにより食害されやすい。栽培面積が小規模な場合には食害の影響は深刻であるが、大規模な場合には、ほとんど影響を無視して良い場合が多い。家庭菜園を実施するにあたっては、野菜苗がネズミの食害を受けることに留意する必要がある。さらに飼養家畜からも野菜苗を守らなければならない。ダイズは出芽時にドバトなど鳥の食害を受けやすい。またさらに苗が大きくなった時期にはウサギの食害を受けやすい。

1) 有害動物防除の目的

雑草や病虫害と同様、有害動物の存在は、作物の収穫量を低下させるので、許容できる範囲に密度を保つ必要がある。

2) ネズミ対策

ネズミは被害例が多く一般的であるので、ネズミ防除の対策について述べる。とくに、栽培規模が小さく、被害が重大となる家庭菜園での対策について述べる。対策には大きく分けて①殺鼠剤方式、②ネズミ捕り方式、③ネズミ忌避剤方式の3通りの方法がある。

①は、子供や家畜、鶏などへの危険性を認識した上で用いる必要がある。②の粘着ネズミ捕り、カゴ式ネズミ捕りは屋内ならば有効であるが、屋外では有効性が小さいと考えられる。③の臭気は1ヶ月ほどしか持続しないなどの欠点もあるが、①や②と比べると、③の方法がより有効であると考えられる。

3) ネズミ忌避剤

ネズミが嫌がるものには、木酢液、ナフタリン、ハッカ（ペニーロイヤルミント、ハッカ結晶、乾燥ペパーミント、天然ハッカ油）、ショウブ、クマザサ、ネズノキ（ネズミサシ）、クローブ、タンジー、コルチカム、ワサビ等がある。この中で、入手しやすいものとしては、ナフタリンやハッカ等がある。ナフタリンやハッカ結晶などを封筒のようなものに入れて菜園脇に置くなり、つるすなりすれば効果が期待できる。

2.4.3 持続的循環型農業

定住にともなって飼料生産や換金作物生産を始める際に、牧業を行っていることにより家畜糞が手に入るという、農業だけの経営と比べて有利な点を生かすことができる。生産物、副産物を農業、牧業の双方に生かす経営、すなわち牧畜と農業を複合させた方式が循環型農業である。循環型農業は持続性にも役立ち、経営を安定させることにつながる。ここでは、作物や野菜そのものよりも、それらの生産環境を維持していくことに役立つ技術を述べる。それらは、有機物の施用と作付け体系とに大きく分けられる。さらに、圃場での栽培とは異なるが、ミニチュアの循環型農業として、家庭菜園の方法について取り上げる。

(1) 有機物の施用

一般的に有機物の施用には、以下の効果がある。開発後間もない圃場では、一般的に有機物含量が少なく、また砂質土が多いため、養水分保持力が小さい。とくに後者の間接的効果が重要である。

直接的効果	間接的効果
有機物中に含まれる無機養分の供給	土壌物理性の改善
有機物の吸収と生理作用に及ぼす効果	養分供給能の増進
キレート形成に基づく微量元素の吸収促進	土壌微生物性に及ぼす効果

留意点：

有機物の利用

有機物資源の効率的利用は、入手源、運搬コストと労力などを考慮する必要がある。この点で、牧畜を営んでいると、家畜糞が手に入りやすい。また、低コスト管理下で土壌生産力を高めるためには、圃場残さなどの有機物を最大限利用しても10年以上はかかるであろう。

(2) 堆厩肥製造

開発したばかりの有機物の少ない土壌には、外部から有機物を投入する必要があるが、家畜糞をそのまま圃場に投入する場合は、①ネナシカズラなどの雑草種子の混入、②有害物質の影響などが問題となる。そこで家畜糞を有効利用するために、種子を殺したり、有害物質を変化させたりすることを目的として、完全に発酵させた堆厩肥を製造する。堆厩肥製造には時期と材料を考慮する必要がある。

1) 堆厩肥製造の手順

材料の確保 → 積み込み → 踏圧 → 切り返し → 腐熟

2) 堆厩肥製造の方法

(a) 時期

大きく分けて春と秋の2つが材料調達の面からやりやすい。

(b) 材料

植物残さ	ムギワラ、トウモロコシ茎、ヒマワリ茎、コウリヤン
家畜糞	牛糞、羊糞、鶏糞
水	灌漑用水

留意点：

植物残さと家畜糞の入手と混合

- ・植物残さは秋に入手しやすく、家畜糞は春に入手しやすい。
- ・植物残さと家畜糞の割合を調整し、混合後の全体の C/N 比が 30 となるようにする。
- ・植物残さと家畜糞混合後の全体の水分は 60% となるよう水を加えて調整する。(目安は踏んだ時にジュウジュウと音がするくらい)

(c) 方式

堆厩肥製造には地下式、地上式がある。地下式は風を防ぐ目的があるが、腐熟の進みや作業のしやすさを考慮すると、地上式の方が良い。



植物材料と家畜糞を交互に層状に積み込み、踏圧する。1、2週間後に切り返しを行い、均一に腐熟させることが必要である。さらに何度か切り返しを行う。

(d) 腐熟時の温度変化

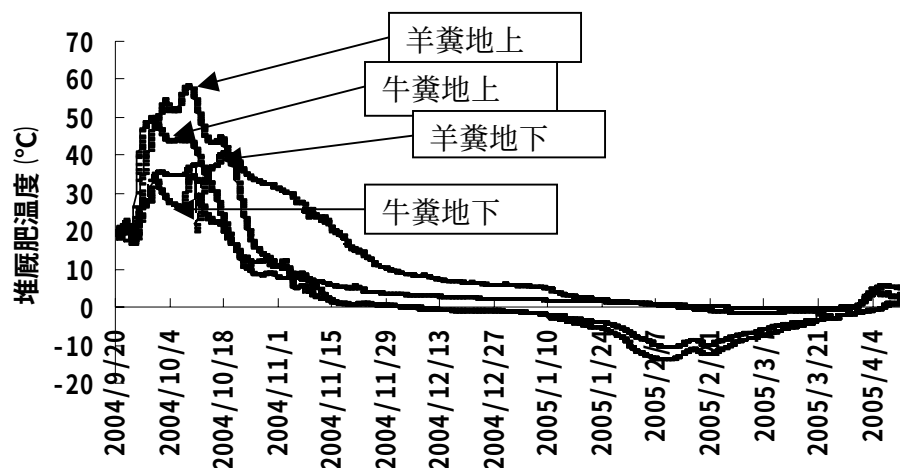


図 2.4.3.1 材料と方式の違いによる腐熟時の温度変化の違い
(アルタイ市アラハク郷 2004 年秋)

留意点：

材料と方式による温度上昇の違い

羊糞の方が牛糞より速やかに温度が上昇し、高温状態が長く続く。地上の方が地下よりも温度が上昇しやすい（図 2.4.3.1）。これらの温度上昇は好気性発酵の活発さと関係し、糞中の窒素含有量が高い羊糞の方が、また酸素が多く得られやすい地上の方が温度上昇が進んだものである。

3) ダンボール堆肥

小規模に作る場合には、ダンボールの中に家畜糞を詰め、植物残さと水分を加えて、発酵させる。1週間おきに中身をよくスコップなどでかき混ぜる。畜舎の家畜糞に敷きわらが含まれているときには、植物残さはなくてもよい。



(3) 緑肥栽培

1) 目的

乾燥・半乾燥地域は植生に乏しく、その土壌中有機物含量はきわめて低い。このような土壌で作物栽培を行うためには、土づくりが欠かせない。緑肥とは、土壌を改善するために栽培される植物のことを言う。緑肥栽培の目的は、①物理性の改善、②化学性の改善、③生物性の改善、④環境保全の4つに分類でき、その内容を下表に示した。

目的	内容
物理性の改善	土壌の団粒化、排水性の改善
化学性の改善	保肥力の改善、空中窒素固定、土壌塩類の吸収
生物性の改善	土壌生物相の形成、土壌病害の軽減、線虫の抑制
環境保全	景観美化、表土保護

緑肥栽培で最も重要なことは、土壌への有機物の還元である。有機物の還元により、土壌の団粒化や保肥力の改善などの効果が得られる。有機物の還元のためには、特にイネ科の長大作物の栽培が効果的で、トウモロコシやソルガムなどがこれにあたる。特にソルガムは養分吸収力が高いので、過剰な塩分を植物体に吸わせるなどの効果も期待できる。

2) 緑肥の種類

代表的な緑肥の種類とその主な効果を下に示した。

種類	主な効果
アルファルファ	物理性 土壌の団粒化、 化学性 空中窒素固定
ヒマワリ	化学性 土壌塩類の吸収、保肥力の改善、 環境保全 景観美化、表土保護
トウモロコシ	物理性 排水性の改善、 化学性 土壌塩類の吸収、 環境保全 表土保護
ソルガム	化学性 土壌塩類の吸収、 環境保全 表土保護

留意点：

緑肥の利用

地中に植物由来の有機物が多くなると、C/N比が高くなり、窒素飢餓が起こる場合がある。すき込み時期が播種直前にならないよう注意すべきである。また特定の有害生物の宿主となる作物の場合は、後作に影響の出ないような作物を選ぶ必要がある。

(4) 輪作

単一の作物の連作を続けていくと、生産力が落ちることが多い。その理由として、特定の病虫害が発生しやすくなること、特定の養分が欠乏しやすくなること、土壌物

理性の悪化などが挙げられる。それらを防ぐためには輪作が有効である。家畜飼料の確保を前提としながら、牧草、飼料作物、換金作物を含んだ可能な輪作体系を構築する必要がある。また造成後間もない土地が塩類を高濃度に含んでいる場合、まずクリーニングクロップとしてソルガムやヒマワリなどの吸塩性作物を栽培するという輪作体系を組むことが有効である。

1) 輪作の効果例

ヒマワリには、後作物にリンを吸収させやすくする効果があるといわれている。また、ハミウリを栽培した後のダイズの収量が他の場所より高かった例があるが、ハミウリが吸収しきれなかった肥料成分を吸収したのが一要因であると考えられる。

留意点：

病害虫

特定の病害虫の宿主となるもの同士を輪作した場合には、かえって病虫害の発生を助長することに注意すべきである。

2) 輪作に組み込む作物例

換金作物を栽培しながら、作物の種類を変えて効果的な輪作体系を組む。マメ科、イネ科、根菜、その他をバランス良く組み込むとそれぞれの特性が生かせるので良い。

作物	種類	残さの利用	輪作としての効果
ヒマワリ	換金作物	茎葉：燃料、緑肥	後作物のリン吸収の促進、吸塩
テンサイ	換金作物	茎葉：飼料、緑肥	土壌の物理性改善、吸塩
ダイズ	換金作物		雑草抑制
ハミウリ	換金作物		後作物への肥料の残効
アルファルファ	牧草		土壌の物理性改善、緑肥、雑草抑制
ソルガム	飼料作物		緑肥、吸塩
トウモロコシ	飼料作物		土壌の物理性改善、緑肥

留意点：

種子の飛散

草丈の高い牧草、作物を含んだ輪作体系の中で、種子が飛散しやすいものを栽培する場合には、後作に影響の出ないように、なるべく種子を落とさない方策が必要である。種子が多く落ちた場合には、翌年、発芽抑制の方策を講じるか、草丈の高い作物を栽培する必要がある。

(5) 家庭菜園

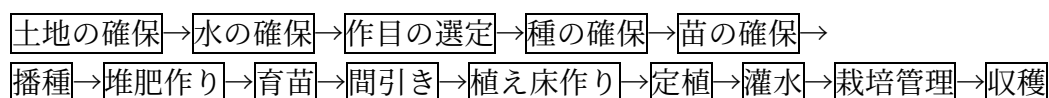
家庭菜園とは住宅の敷地内の土地を使い、主として自家消費用に野菜などを栽培す

るものである。規模が小さいため、圃場で作るよりも栽培管理が行き届きやすいと考えられる。労働力の面からも女性の協力が得られやすい。また将来的に、野菜作りを経験することで、圃場を使った栽培へに対応できる可能性もある。畜舎が手近にあることから、家畜糞の利用も便利である。すなわち、家庭菜園は循環型農業のミニチュアモデルとなりうるものである。具体的な栽培法は各野菜によって異なるが、ここでは、家庭菜園としての生産環境をいかにして整えるかを中心に記述する。

1) 家庭菜園の目的

家庭菜園には自給用野菜を作るという目的がある他、定住地の住環境に潤いを与え、女性の地位向上にもつながる。

2) 家庭菜園の手順



3) 家庭菜園に必要なもの（準備するもの）

道具	用途
ジョウロ	灌水
水タンク	水くみ、水ため
スコップ	耕起
支柱	トマト、ナスなどの誘引、固定
育苗ポット	種子からの育苗
ダンボール	小規模な堆肥作り
家畜柵	家畜などによる食害防止
ハサミ	収穫

4) 家庭菜園の方法

土地の確保	住宅の敷地内で日当たりの良い場所を選ぶ。面積は1区画 2m×3m くらいが適当である。
水の確保	栽培前に、井戸、水路、川などから水が得られることを確認してから取り組む。水の日必要量は最盛期でm ² 当たり 15 リットル程度。
作目の選定	2.4.1 換金作物生産 (1) 作目の選定 (p.35) 参照。
種の確保	自家採種したものは発芽しない場合があるので、市中の種苗屋で購入する。生産年月日と有効期限に注意する。1袋が1軒で多すぎる場合には、近所でグループを作り分配するか、翌年使う。ただし古くなるにしたがって発芽率は低下していく。

苗の確保	種子から育苗した苗を用いる方法と、農民（野菜村）で育苗した苗を用いる方法がある。	
播種	根菜、葉菜は直まき、果菜は育苗。	
堆厩肥作り	2.4.3（2）堆厩肥製造 5）ダンボール堆肥（p.57）参照。	
育苗	ポット育苗。日当たりの良いところに置く。低温期は屋内で行う。30日から60日間。	
間引き	ポットの中の生育が劣る苗を順次間引いていき、最終的にポットに1本にする。	
植え床作り	堆肥をよく混ぜて耕起し、手でも植え穴が作れるくらいに土を柔らかくする。畦を作る。	
定植	畦に植え穴をあけ、ポット苗を土ごと植え付ける。	
灌水	毎朝あるいは毎夕ジョウロで株元に行う。	

マルチ	地表面からの蒸発を低減するために、株元に植物残さなどでマルチを施すと有効である。しかしながら、有害生物をより引き寄せやすくなることに注意すべきである。ビニールマルチを利用する方法もある。	
栽培管理	灌水、雑草防除、病虫害防除に注意を払う。	
家畜・動物よけ	栽培時期に畜舎に家畜がいる場合はとくに家畜よけの柵を作る。材料には、網、木材、金網、ブロック、レンガなどがある。	
収穫	収穫適期を見極めて行う。	

5) 家庭菜園と圃場栽培との違い

	家庭菜園	圃場
土壌など栽培準備	あまり栽培に適さないので堆厩肥を多めに施用する	造成によってある程度栽培に適する状態となっている
水	井戸、水路、川（水道水は使用制限あり）を利用する	灌漑施設を利用する
作業	人力の利用が多い	機械の利用が多い
管理	こまめな管理が可能である	やや粗放な管理となる
家畜糞	畜舎が近くにあり得やすい	トラクタなどで運ぶ必要がある
低温期の育苗	屋内の日当たりの良い場所（窓際）を利用する	ビニルハウスを利用する

2.5 持続可能な農牧業カレンダー

農業・牧畜複合型をとる場合、牧畜作業との重なりが多くなる。したがって、そのやりくりを上手に行わなければならない。通常、羊の分娩は4月から5月にかけて行われるが、その時期は、作物の播種適期でもある。また9月は作物の収穫適期であるが、その時期は、夏牧場（中間牧場）から秋牧場への移動時期でもある。可能であれば9月前半に収穫できるように作付け計画を立てることが望ましい。

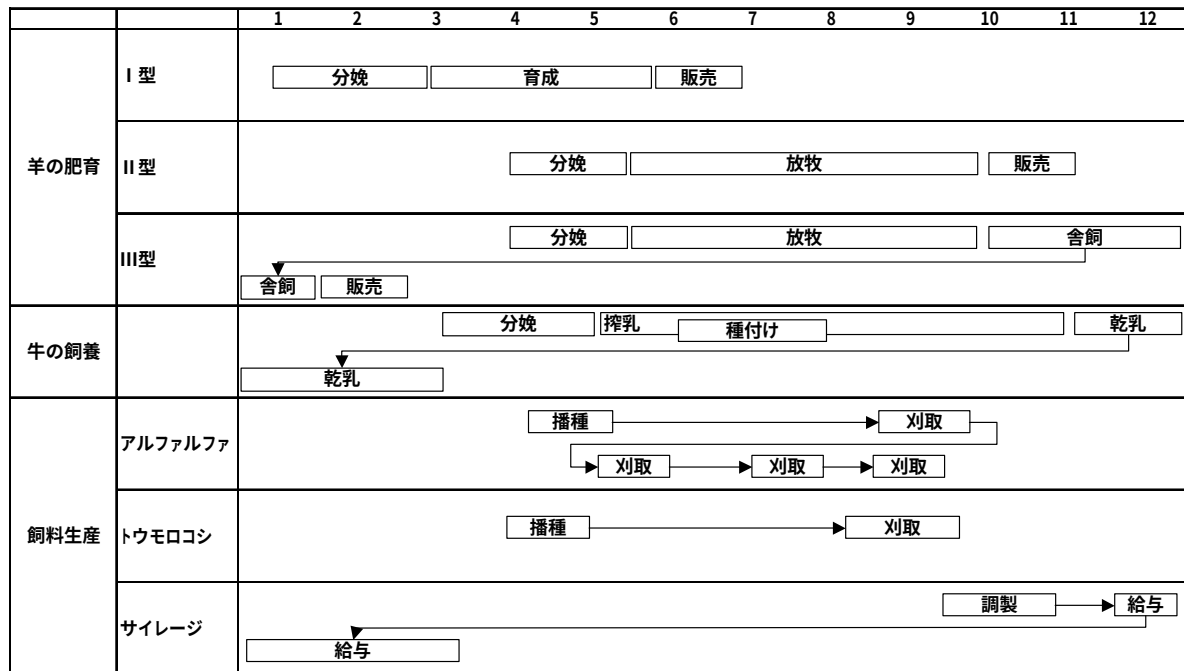
遊牧カレンダー

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
アラハク郷	冬牧場			春牧場	中間牧場	夏牧場			中間牧場	秋牧場	冬牧場	
	・畜舎・住宅の整理 ・越冬家畜頭数の決定 ・冬放牧 ・越冬のための屠殺 ・打草場の灌漑 ・各費用の支払い			・カシミア毛刈り ・羊の出産準備 ・子羊の出産 ・防疫、注射、薬		・打草場刈取 ・薬浴(足) ・牧道の修理 ・羊の肥育			・羊の販売 ・種付け		・畜糞の清掃 ・畜病の防止、治療 ・畜舎、住宅の修理	
				・羊の薬浴 ・毛刈り ・肥育 ・最高飼養頭数の把握								

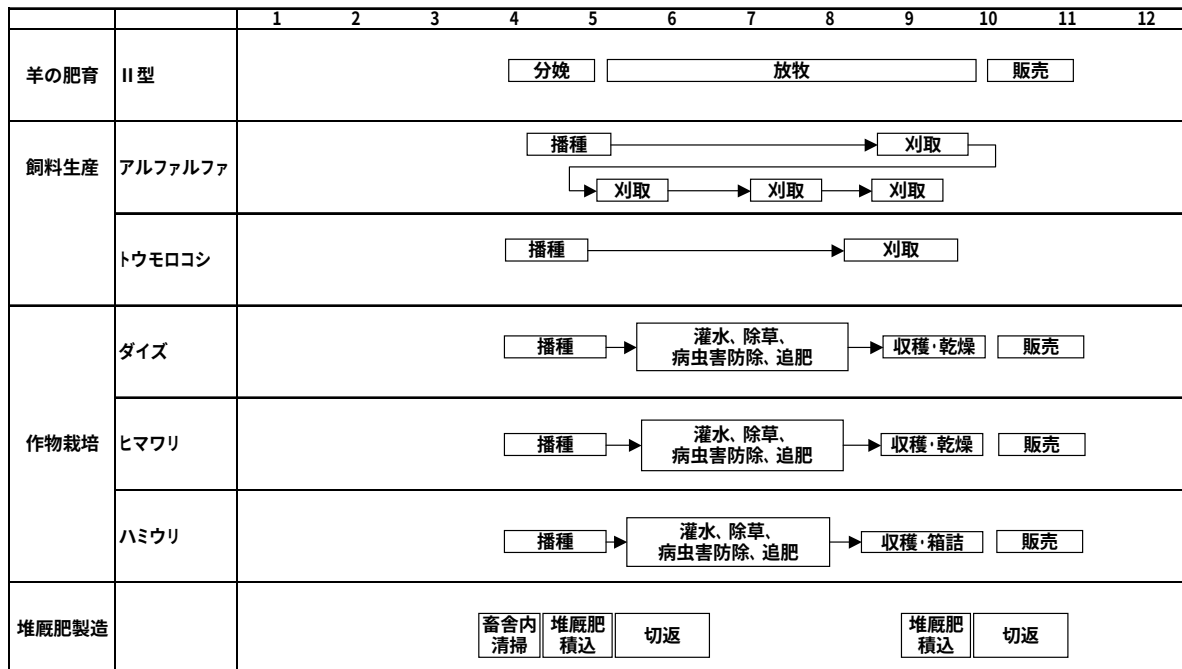
牧畜主体Ⅰ型

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
羊の繁殖	春分娩											交配	
	冬分娩	分娩									交配		
アルファルファ生産	一年目				播種						刈取		
	二年目以降				刈取				刈取		刈取		

牧畜主体Ⅱ型



牧畜・農業複合型



第3章 圃場管理技術

前章では、農牧民が定住地での安定した生産活動を展開していくために、営農類型別に飼料作物及び換金作物生産技術を記述した。

本章では、その作物生産の基盤である圃場の管理技術として、農地造成前の開発時における留意点、作物生産維持・向上のための水利用、農地保全のための防風林帯設置について記述する。

これらの技術が農牧民によつて的確に実施できるよう、指導・普及活動に役立てて頂きたい。

3.1 荒廃地での農地開発留意点

乾燥・半乾燥地域における荒廃地、特に砂丘地での農地開発を行うことは、その造成方法及び造成時期を誤ると、固定または半固定している砂丘の飛砂が生じてしまい、周辺地域への二次的災害を招くことが懸念されるため、特に注意する必要がある。ここでは、アジア地域砂漠化防止対策調査の実証圃場として建設した、アルタイ地区ハバカ県内の対策事例をあげる。

3.1.1 概要

実証圃場の建設を行ったアルタイ地区ハバカ県内のケルダラと呼ばれる地域は、大小様々な砂丘が点在しており、年間を通じて風が強い地域である。

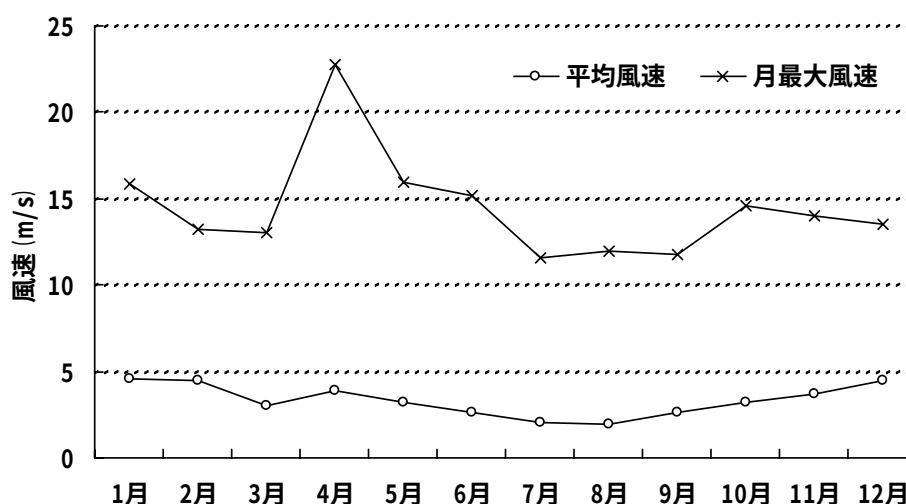


図 3.1.1.1 アルタイ地区ハバカ県の月別風速（1998～2000 年統計資料）

現況の砂丘は沙蓬（*Agriophyllum squarrosum*）が生えているため、固定されている状態にある。アジア地域砂漠化防止対策調査では実証圃場として、このケルダラ地域で幹線用水路、支線用水路等の灌漑施設を建設し、定住農牧民が営農を始めるための農地、約 670ha を開発した。

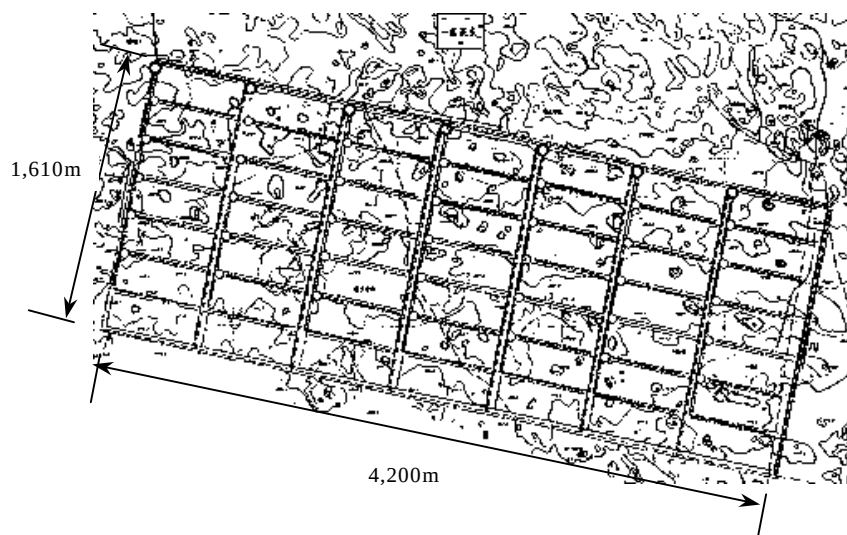
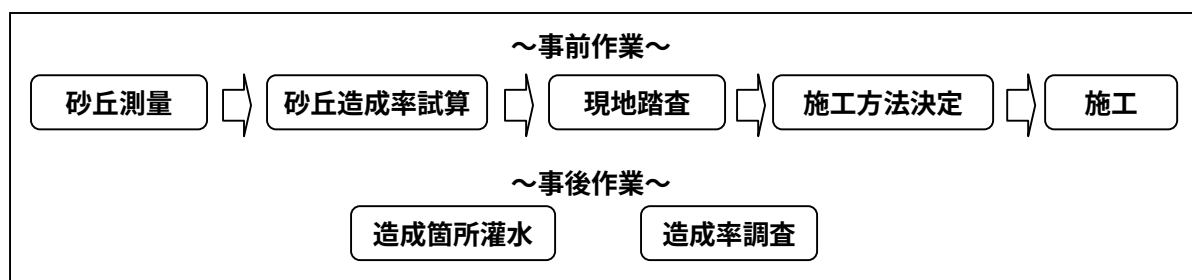


図 3.1.1.2 アルタイ地区ハバカ県ケルダラ実証圃場平面図

砂丘部を造成するにあたっては、単純に事前測量を行いブルドーザで敷き均し整地すればよいとは言えない。なぜなら、固定していた砂丘が敷き均したことにより、強風の影響を受けて飛砂を生じることになる。従って、可能な限り飛砂を生じさせない工法を採用する必要がある。

ここでは、荒廃地での農地開発において、飛砂を生じさせにくい砂丘造成工法を考案し、それぞれの作業過程について解説していく。



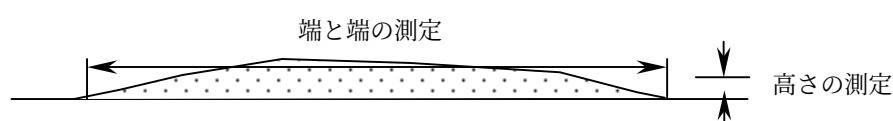
3.1.2 事前作業

(1) 砂丘測量

造成に先立ち、点在する砂丘の現況を把握しておく必要がある。そのためには、測量を行い、その結果を砂丘測量平面図として整理しておく。以下にその手順を示す。

1) 測定方法

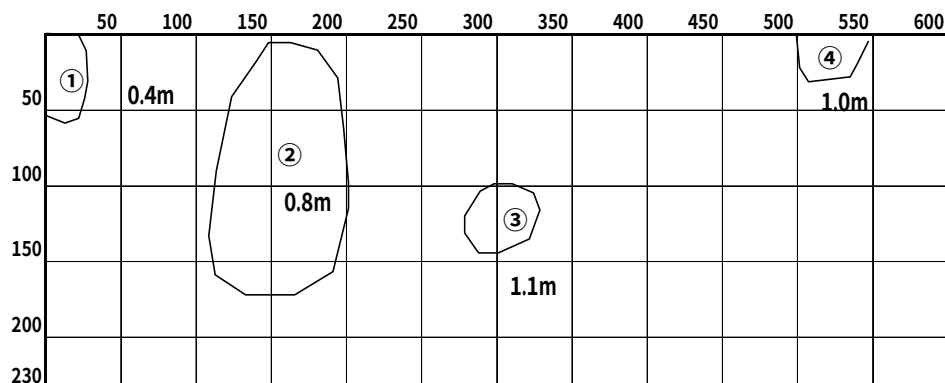
砂丘の端と端の距離を測定する。砂丘の高さは平均高としてよい。そして、記録用紙に測定した線を鉛筆等で書き込んでいく。なお、記録用紙にはあらかじめ距離線を書き込んでおくといよい。



2) 測定結果の整理

記録用紙に記入した各砂丘の面積を算出する。その場合、面積計測器（プランメータ、Planimeter）を使用すると便利であるが、三角形の面積を加算積分することで得ることができる。そして、砂丘の体積は面積×平均高から算出する。

下図は例示である。



番号	面積 (m ²)	平均高 (m)	体積 (m ³)
①	1,300	0.4	520.0
②	11,889	0.8	9,511.2
③	1,520	1.1	1,672.0
④	975	1.0	975.0
合計	15,684		12,678.2

(2) 砂丘造成率試算

開発時には、予算の範囲内で可能な限り砂丘を整地する必要がある。砂丘造成率の試算にあたっては、次表のように概算で定めておくとい。

なお、造成率とは、現況の砂丘をどれぐらい造成すればよいのか、その割合を百分率で表したものである。造成率を定めた後、造成量を算定する。

造成率	説明
100%	砂丘 100%を造成する。小規模でこぶ状の砂丘に適用する。
50%	砂丘 50%を造成する。小～中規模な砂丘に適用する。
20%	砂丘 20%を造成する。中規模な砂丘に適用する。

(3) 現地踏査

机上で試算した各砂丘の処理率が、現地実態とで差異が生じることがあるため、現地踏査を行い、机上との差異が生じた場合は適宜造成率の修正を行う。下表は机上で事前試算した造成量と現地踏査を行った後の造成率の算定例である。下表は、現地踏査を行ったことにより、②の砂丘を 20%造成することが可能となったことを表している。

番号	砂丘体積(m³)	机上事前試算		現地踏査後修正	
		造成率(%)	造成量(m³)	造成率(%)	造成量(m³)
①	520	100	520	100	520
②	9,511	0	0	20	1,902
③	1,672	50	836	50	836
④	975	100	975	100	975
合計	12,678		2,331		4,233

※造成量の計算は、砂丘体積 (m³) × 造成率 (%)

(4) 施工方法決定

現地踏査の結果から、敷き均す砂丘（小規模砂丘）、押し上げる砂丘（小～中規模砂丘）に区分し、施工方法を決定する。なお、造成率 100%は敷き均す砂丘、その他は押し上げる砂丘としてよい。また、施工方法決定にあたっての留意事項は以下の通りである。

※敷き均す砂丘（小規模砂丘）

①周りに敷き均す箇所がある場合。



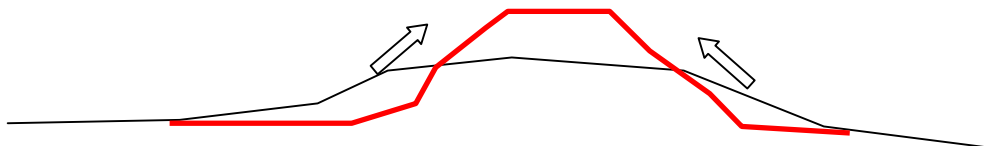
②1,500m³以下の小規模な砂丘。

③1,500m³以上、高さが1m以下で敷き均せる砂丘（灌漑水路沿いにある砂丘を示す）。

しかし、1,500m³未満でも圃場の端にある砂丘は利用できる価値が少ないため、敷き均さない方がよい。

※押し上げる砂丘（小～中規模砂丘）

①周りに敷き均す箇所がない場合。



②砂丘の高さ 1.5m 以下であること。

③砂丘が単体であること。なお、大規模砂丘や連なっている砂丘は処理することが困難であるため造成しない方がよい。

この造成工法は、ブルドーザによる土工移動量を低減でき、工事費を縮減することが可能となることや、砂丘を押し上げることにより飛砂を防げること、さらに、砂丘表面に植林または草を植えることによって、飛砂防止効果を高めることができるメリットがある。

(5) 施工

上記で決定した結果をもとに施工を行う。施工時期は気温が氷点下-4~-5℃になり、土壤表層が凍結した時点で開始することが望ましい。



3.1.3 事後作業

(1) 造成箇所灌水

造成が完了した後、その箇所を灌水し、表面に水を含ませる必要がある。この作業を行わなければ、春先の強風の影響により飛砂を生じさせてしまう。このことは、調査結果からも明らかであり、造成後特に重要な作業である。

しかし、地表面に水を含ませても完全に飛砂が防げるとは限らない。強風により表面が乾燥してしまい、その結果飛砂が生じることがあるため、造成後は長期間放置せず、早めに作物の播種を行うことが望ましい。

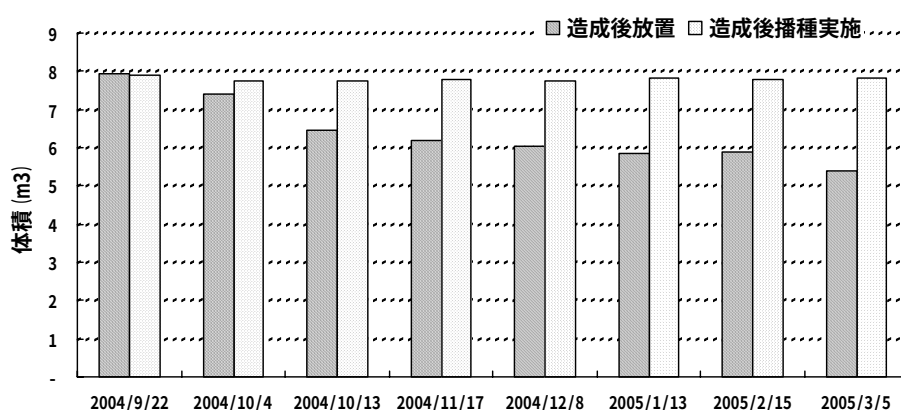


図 3.1.3 砂丘造成後の飛砂状況結果（定点観測）

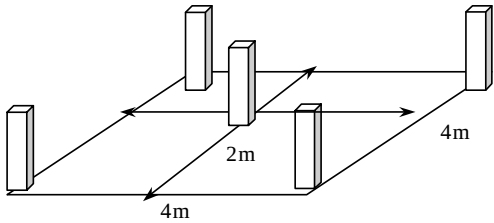
※上のグラフは造成後水を含ませずに放置した箇所と、造成後播種を行った箇所の飛砂定点観測を行った結果である。放置した箇所では約 5 カ月の間に 32%の飛砂が生じた

結果となっている。これに対し、播種を行った箇所では、ほぼ飛砂は生じていない結果となった。このことから、造成後の灌水作業、播種することの重要性がわかる。

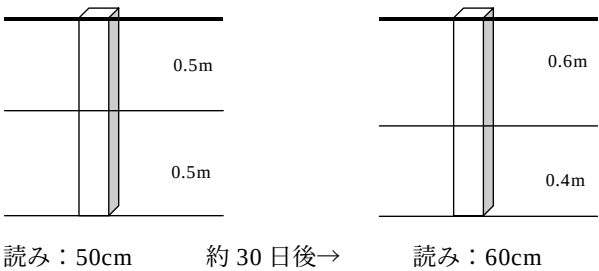
【参考】

○飛砂状況調査方法について

i) 寸法 4m×4m の区画に 100cm の木杭 5 本を深さ 50cm まで埋め込む。(50cm ラインにマーカ一、上部に番号 (1~5)、砂の体積は $4\text{m} \times 4\text{m} \times 0.5\text{m} = 8\text{m}^3$)



ii) 観測記録方法は、基準線（杭の上端、太線）から増減した長さをコンベックスで測る。(以下例)



※この場合、飛砂が生じたことになる。逆の場合は飛砂が堆積したことを意味する。

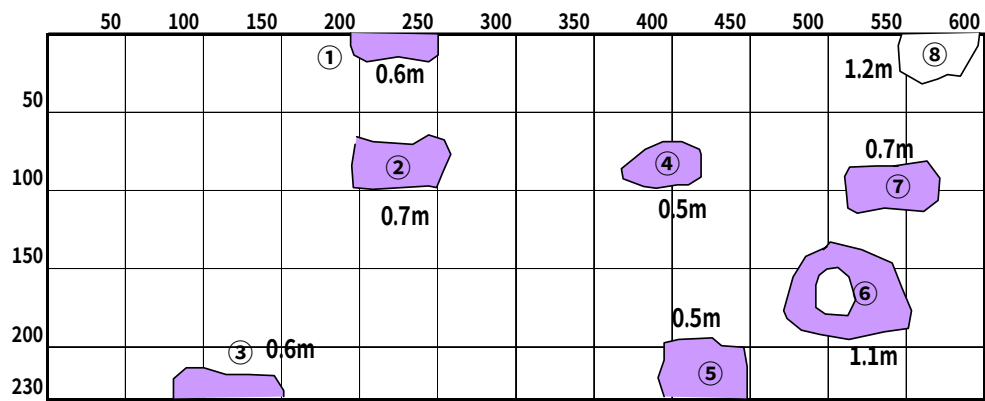
iii) 記録用紙 (例)

観測場所：造成後放置箇所

観測月日	観測時間	天気	杭長の読み (cm、数字は杭番号)					積雪量 (cm)	体積 (m ³)
			1	2	3	4	5		
9/22	12:08	曇り	50.3	50.6	50.8	50.6	50.3	-	7.92

(2) 造成率調査

造成を行った圃場において、農地として利用可能な面積を定量的に把握するため造成率調査を行う。造成率調査は砂丘測量を同様の手順で行えばよい。ケルダラで行った造成率調査結果の一例をあげる。



(単位：m²)

砂丘番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	計
造成前	750	2,000	1,600	1,500	1,800	3,750	1,750	1,250	14,400
造成後	0	0	0	0	0	840	0	1,250	2,090
増減	-750	-2,000	-1,600	-1,500	-1,800	-2,910	-1,750	0	-12,310

3.2 生産維持・向上のための水利用

乾燥・半乾燥地域では、年間を通じて蒸発量が降雨量を上回る気候であり、灌漑なしに農業経営をすることは困難である。しかし、農牧民にとって灌漑技術は経験が浅く、初期段階では粗放に行われることが多い。

限りある水資源を有効利用するためには、農牧民自らが効率的に灌漑作業を実施する必要がある。その結果、越冬飼料作物や換金作物の収量の向上が期待できる。

ここでは、農牧民が効率的に灌漑作業が実施できるため、アルタイ市アラハク郷で行った圃場内の水利用方法の改善技術を紹介する。

3.2.1 圃場水管理の改善

灌漑は圃場に人為的に水を供給することであり、対象作物によって、畑地灌漑あるいは水田灌漑となる。畑地灌漑は有効土層の水分保持能力を利用して間断的に水を供給することが原則である。

畑地での灌漑方式の概要は次の通りである。灌漑方式は圃場での水利用に深いかかわりを持ち、水路の施設費と維持管理費等に影響を及ぼすので、立地条件、営農条件、水利状況を十分検討して、地域に最も適合した方式を選定する。

表 3.2.1.1 灌漑方式とその概要

灌漑方式	概要
スプリンクラー灌漑	圧力水をノズルから噴射させ、雨滴状あるいは噴霧状に散水する方式である。スプリンクラーの型式、適用水圧、ライザー高さを変えれば、水利用目的や作目の種類などに対応させることができる。地形や土壤による制約が少ない。
多孔管灌漑	穴あきパイプあるいは穴あきホースを用いて、圧力水をパイプ・ホースに沿って帯状に散水する方式である。適用水圧はスプリンクラー灌漑より低い、散水距離も短い。
点滴灌漑	滴下管に一定間隔で取り付けられたエミッターまたは滴下管に穿孔された特殊な構造をもつ滴下孔から、作物の根元等ある限定された位置に水滴を緩やかに供給する方式である。適用水圧はスプリンクラー灌漑よりかなり低い。
畦間灌漑	畦の上流端から水を流入させ、畦内部を流下させ浸透させる方式である。畦の下流端までの水の到達に時間を要するため、畦に沿った浸入水深のムラを避けることができない。地形や土壤による制約がある。
ボーダー灌漑	平坦あるいは緩傾斜圃場を帯状に区切り区画の上流端から水を流入させ、薄層流で全面積を流下させ浸透させる方式である。散播する密生作物に適しているが、圃場の整地が必要になる。
コンターディッチ灌漑	急傾斜圃場においては等高線沿いの支線水路を堰止めて水を越流させ、傾斜下方へ流下させ浸透させる方式である。また、緩傾斜圃場では等高線に直角方向の支線水路を堰止めて水を越流させる。越流水の拡がり是不定形であり、適用効率は低い。
水盤灌漑	畦畔で囲んだ区画内に湛水し浸透させる方式である。圃場全体を畦畔で囲む方法や、例えば果樹の周囲を部分的に囲む方法がある。

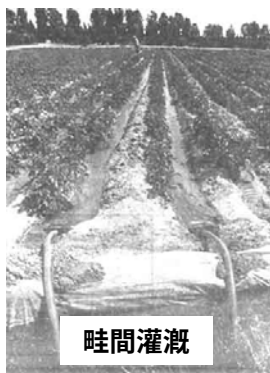
また、灌漑方式の適用条件と適用範囲は下表に示すとおりである。

開発途上国では灌漑技術の容易さから、地表灌漑で畦間灌漑及びボーダー灌漑方式が適用されることが多い。しかし、これらの灌漑方式は水適用効率（1回当たりの灌漑で、灌漑水量が有効土層内の土壌に蓄えられる割合）が55%～75%と低く、特に新規開発後の数年は60%未満であること、さらに、乾燥・半乾燥地域での水源は限りがあり、効率的に利用されなければならない。

表 3.2.1.2 各種灌漑方式の適用範囲

灌漑方式	圃場の傾斜	土壌及びベーシック・インテークレート	作物への適性、その他
スプリンクラー灌漑	ほとんど制約がない	ほぼあらゆる土壌 $I_b > 5\text{mm/hr}$	あらゆる作物、果樹に適する。ただし、一部の葉菜類、果菜類には病気が多発することがある。
多孔管灌漑	ほとんど制約がない	極端な粘質土を除くあらゆる土壌 $I_b > 15\text{mm/hr}$	適用作物はスプリンクラー灌漑と同じ。散水強度が大きく、かつ散水分布が長方形となるので、散水域を重複させる必要性は少ない。
点滴灌漑	ほとんど制約がない	あらゆる土壌	あらゆる作物に適用可能である。ノズル孔が細かいため、ゴミによる目詰まりを起こす危険性が大きく、防塵対策が必要である。
畦間灌漑	5%以下 等高線畦間法では27%以下	粘質土、透水性の小さい壤質土 $I_b < 75\text{mm/hr}$	畦立て作物及び果樹に適用可能。しかし、透水性の大きい土壌では適用効率が低くなり、実用的ではない。
ボーダー灌漑	5%以下	粘質土、透水性の小さい壤質土 $I_b < 75\text{mm/hr}$	牧草のような散播密生作物に適する。均一の地形勾配と流向きに直角方向の均平及び大流量が必要である。
コンターディッチ灌漑	14～50%	制約がない	牧草のような密生作物に適用可能。ただし、適用効率は著しく低い。灌漑効率を考慮しなければ、複雑な地形でも実施可能である。
水盤灌漑	0.2%	粘質土 $I_b < 75\text{mm/hr}$	果樹または水田跡地牧草などに適用可能。平坦地、低透水性土壌に適する。

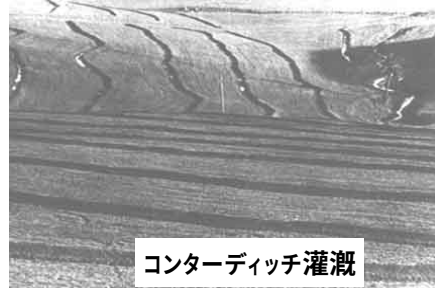
※インテークレート：灌漑水や雨水が地表面から単位時間に浸入する量のこと、不飽和土壌における透水性の指標となり、畑地灌漑においては、灌漑方式や適正灌漑強度の決定の重要な因子となるものである。



畦間灌漑

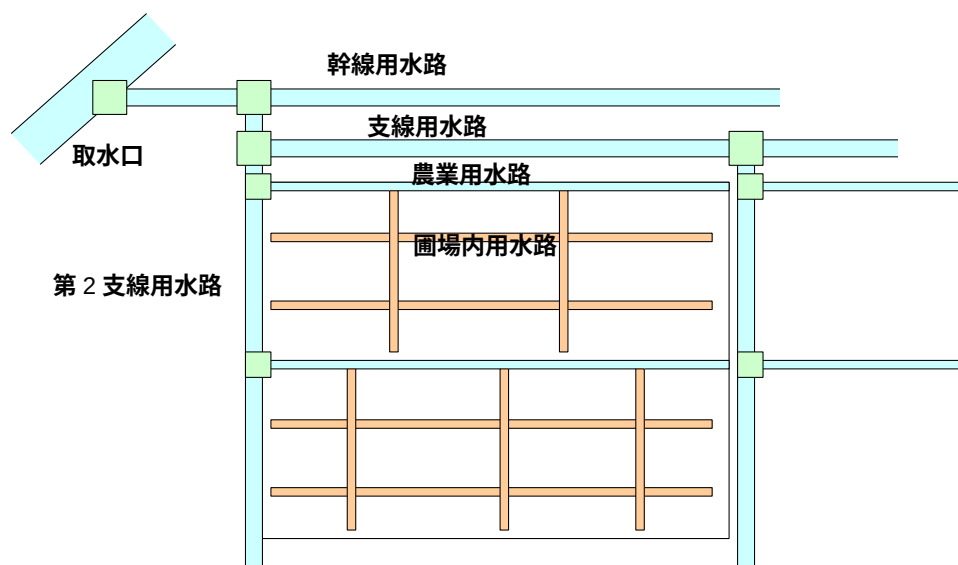


ボーダー灌漑



コンターディッチ灌漑

一般的に、灌漑用水は下図のように幹線用水路（干渠）から第2支線用水路（斗渠）を經由し、農業用水路（農渠）（土水路）から圃場内へ配水される。そして圃場内では、圃場内用水路（毛渠）を通じ、作物別に灌水が行われる。



圃場内の水利用を改善することは、作物の収量を向上させることに繋がり、高収量と水管理技術は密接な関係がある。しかし、灌漑に未熟な農牧民の場合、過剰灌漑あるいは灌漑用水が末端まで行き届いていない問題が多々ある。

以下は、農牧民がどのような作業を行えば水利用が適切に行われ、作物収量が向上するのか解説するものである。

(1) 播種前の準備作業

1) 目的

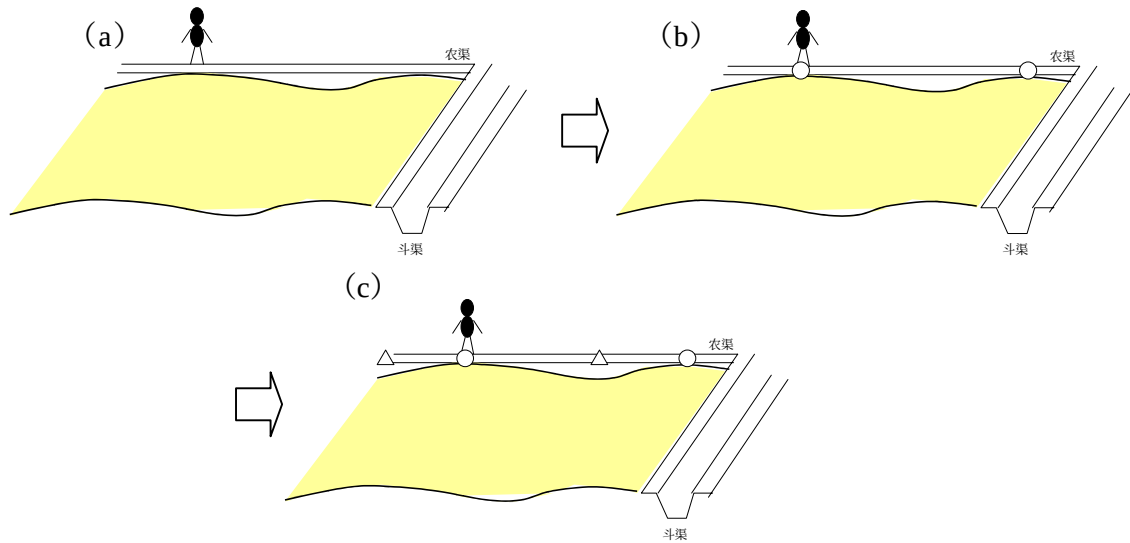
荒廃地を造成した土地は、全て整地することが出来ずに現地形の起伏を残していることが多い。これを解消するためには、ブルドーザ等で整地をすることが手早いですが、費用がかかってしまう、そのため、技術的な解決方法として、圃場内用水路（毛渠）を作ることによって、圃場全体に灌水することが可能となる。ここでは、播種前の準備作業として、起伏地形での圃場内用水路の作り方を中心に述べる。なお、この項目は農牧民自らが実施できるよう、別途農牧民テキストに掲載している。

2) 方法

(a) 農業用水路（農渠）沿いに歩きながら、圃場全体を見渡して地形の起伏状況を把握する。

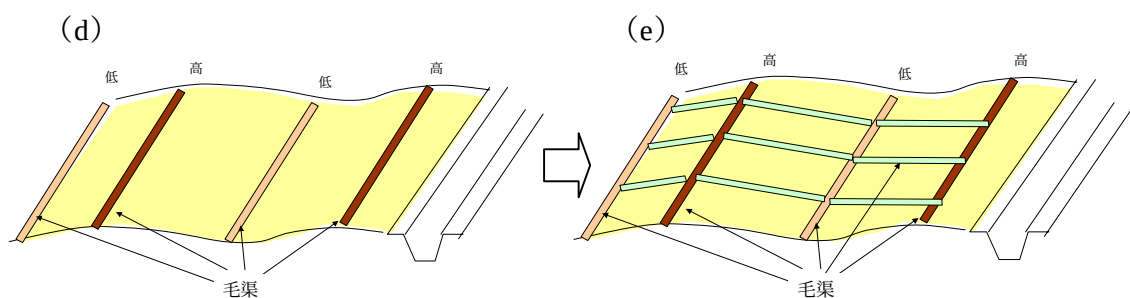
(b) 起伏が高いところで圃場内用水路（毛渠）の取水位置を決める。図では○印が毛渠の取水位置になる。石や木杭等で目印を付けておくと良い。

(c) 起伏が低いところで毛渠の位置を決める。これには排水の役割がある。図では△印が毛渠の位置になる。間隔は、起伏のある地形では 50m 以内、平坦な地形では 100m 以内が適当である。

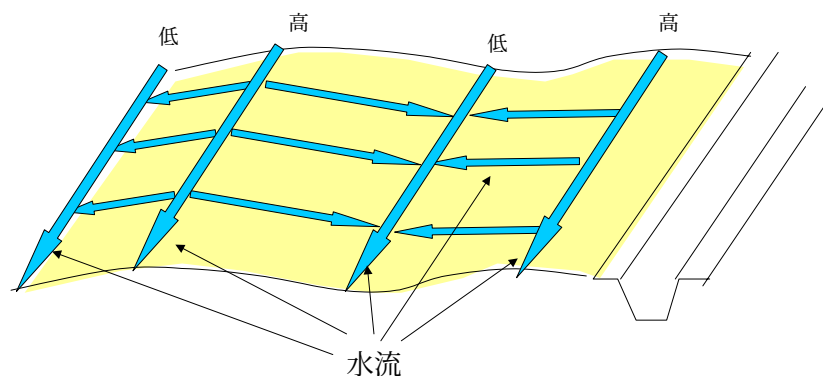


(d) 毛渠の取水位置が決まったら、それぞれ一本ずつ縦方向に作る。

(e) 次に横方向にも毛渠を作る。

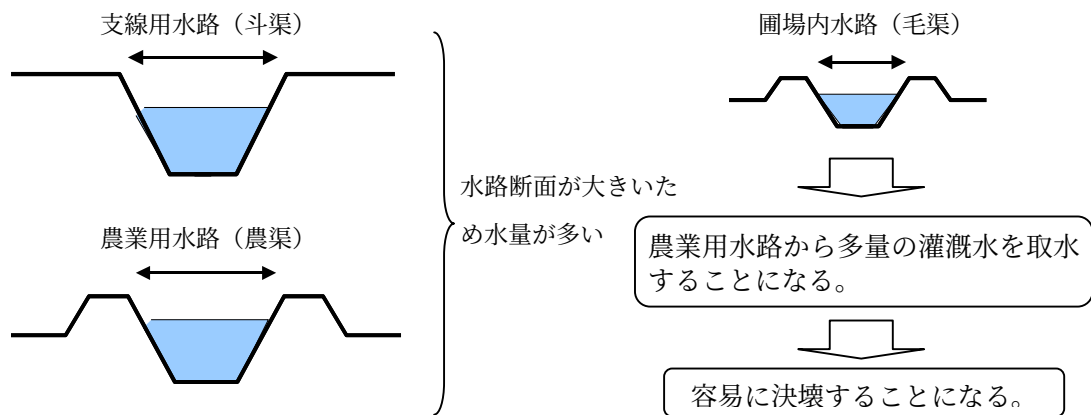


(f) これらの毛渠を作ることによって、水の流れは下図のようになり、圃場全体に灌水することが可能となる。

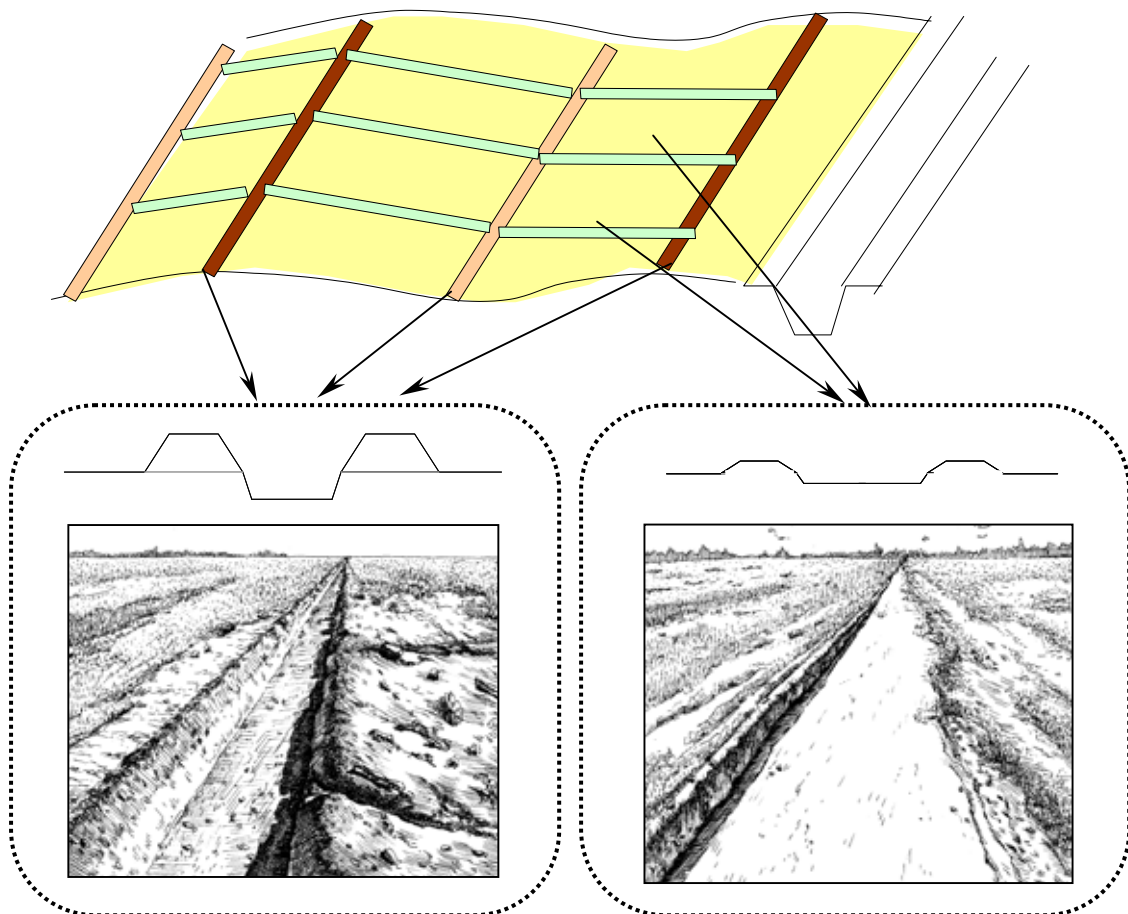


(g) 続いて、毛渠の断面について解説する。灌漑水路には圃場に近い水路には、支線

用水路（斗渠）、農業用水路（農渠）があり、そして毛渠がある。支線用水路や農業用水路は比較的断面が広いため、水量が多いが、毛渠は断面が狭いため、農業用水路から直接取水する場合、毛渠は多量の水を受けるため、容易に決壊することがある。



従って、縦方向（等高線と垂直）の場合、圃場には水が多く入るので毛渠は深い断面でしっかり作っておく。横方向（等高線と平行）の場合、水の量は少ないので浅い断面の圃場内用水路でもよい。このように地形の緩急によって、断面を使い分けると圃場内用水路は壊れにくくなる。



留意点：

圃場内用水路は土水路であるため、灌漑が終了する秋頃には圃場内用水路は破損していることが多い。そのため、翌年には、春先の灌水前に圃場内用水路の補修を行う必要がある。

経験を積むことによって農牧民は次第にこれらの作業に慣れていくが、定住後もない農牧民に対しては、春先に研修を行い指導することが望ましい。

(2) 灌漑を始めるにあたって～圃場レベルでの効率的な灌漑方法～

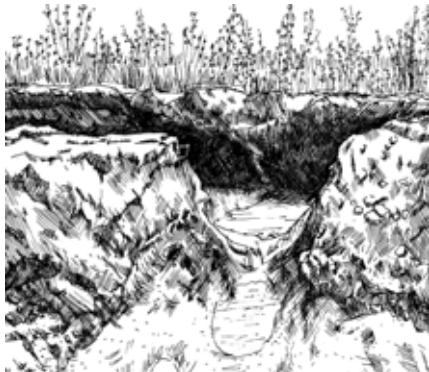
1) 目的

圃場での灌水作業は農牧民にとって大変難しいものとなっている。ここでは、圃場内への取水・遮水方法として、①労力がかからない、②時間がかからない、③便利である、を考慮した非常に簡単な灌水作業方法を紹介する。

2) 方法

農業用水路から圃場内用水路へ取水するための取水口の種類は主に、次の 4 種類がある。

①農渠をそのまま切り崩したもの



②石を集積したもの



③コンクリート板によるもの



④パイプによるもの



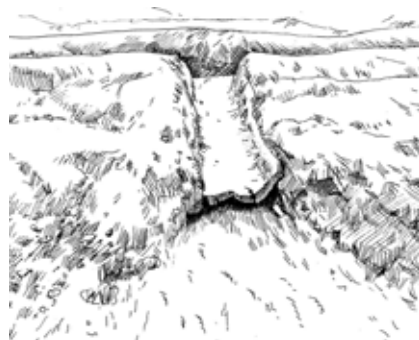
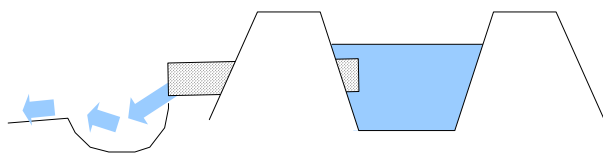
これら 4 種類を作りやすさや維持管理面等の点から比較すると次の通りになる。

種類	作りやすさ	維持管理 耐久性	費用	入手の しやすさ
①切り崩し	△	×	○	○
②石集積	○	△	○	○
③コンクリート板	×	○	×	×
④パイプ	○	○	×	×

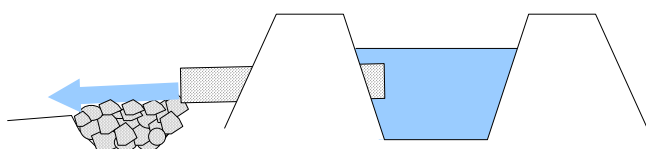
○：良い、△：あまり良くない、×：良くない

コンクリート板やパイプを利用する場合の注意点は、①コンクリート板やパイプを利用した場合、水の勢いで洗脱され、穴があいたようになる（補修前図）ため、小石や土嚢で穴を埋めるとよい。この作業は小石等が土に馴染むまで何回か繰り返す（補修後図）。

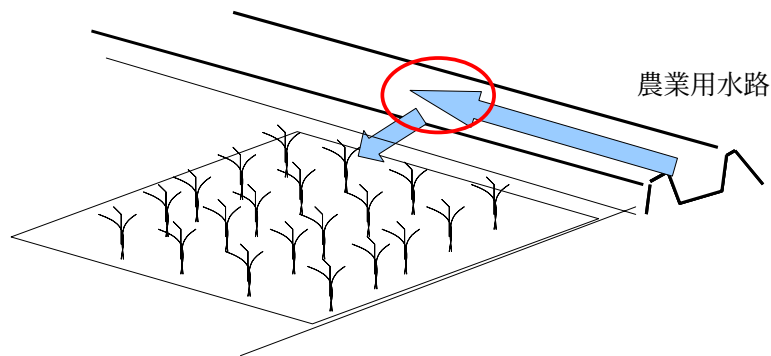
補修前



補修後



また、下図のように必要な区画だけに灌水する場合、不必要な区画に水が行かないよう遮水する必要がある（○印）。遮水方法の中でもっとも効率的な方法は、農業用水路の断面幅長の本棒にシートを被せて遮水することである。この方法の長所は、遮水時に土盛りをする方法よりも遙かに労力がかからないからである。しかし、完全に遮水できない短所がある。シートによる遮水方法は下写真のように簡易に行うことができる。



留意点：

取水口の種類にはパイプを使用することが望ましい。その理由としては、

- ①切り崩しでは、掘削、土盛り作業で非常に労力がかかる。
- ②切り崩しは、壊れやすい。
- ③パイプの断面は切り崩しやコンクリート板よりも小さいため、身近な材料で蓋をすることによって不必要な時に遮水することができる。
- ④維持管理に手間がかからないからである。

しかし、パイプやコンクリート板等の材料が入手しにくい場合は、これに代わる入手しやすい小石等を用いる必要がある。さらに、パイプは盗難されやすいため周りをコンクリート等で固めておくことが望ましい。

効率的で作業が容易な方法は、農牧民に受け入れやすいことが普及のポイントである。

(3) 播種後の水管理 ～作物消費水量と圃場内用水路の関係～

1) 目的

畑地灌漑を実施する場合に最も基本となる数値は、圃場容水量、灌漑開始点（生長阻害水分点）、有効土層厚及び消費水量である。これらのことを灌漑諸元と言う。しかし、開発途上国では財政的技術的制約などの理由により、灌漑諸元の既存値を得られることが非常に少ない。そのため、多くの場合は FAO（Food and Agriculture Organization）技術書が用いられている。

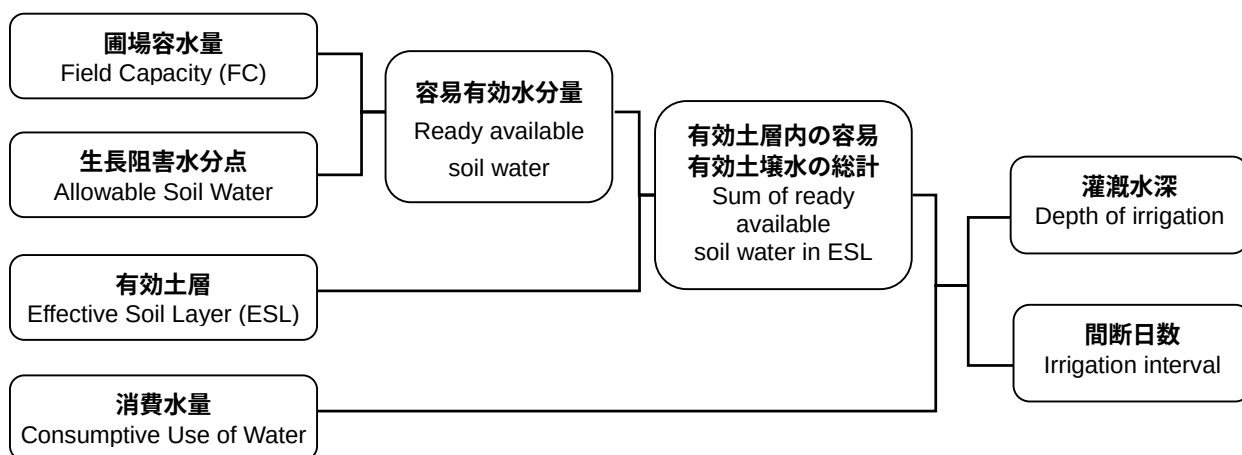


図 3.2.1.1 灌漑諸元の関係

以下、一般的な灌漑諸元概念とアジア地域砂漠化防止対策で行ったアルタイ地区アルタイ市内での実証圃場において、土壌水分減少法を適用した調査結果に基づき、圃場内水利用、特に起伏地形での灌漑の留意点を解説する。

2) 灌漑諸元の定義

先程解説した灌漑諸元について土壌を貯水池とみなしてモデル的に説明する。

灌漑もしくは降雨によって供給された水分は、土壌水分貯水池（Soil moisture reserver）の水位の上限まで一次土壌に貯留されたのち、蒸発散によりゆっくりと消費される。数日後に土壌水分貯水池の水位が下限に達するとそれ以上は消費できなくなる。その時点で、次の灌漑が行われる。その時の灌漑水量は貯水池の容量に等しい。灌漑計画と管理に必要な数値は、「いつ（灌漑間断日数）、どれだけ（1回の灌漑水量）灌漑するか」であるが、それらを決定する基礎的な量は土壌水分貯水池の容量と消費水量である。

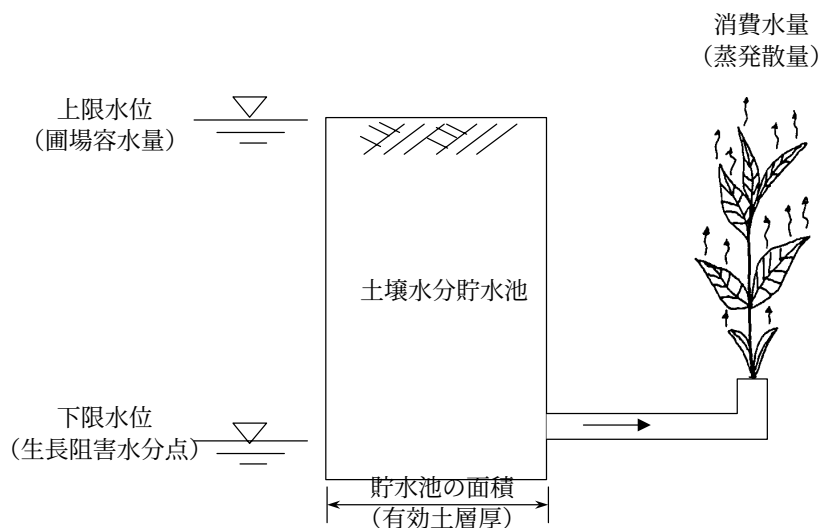


図 3.2.1.2 土壌を水分の貯水池とみなした場合の灌漑諸元

貯水池の容量は、貯水池の上限と下限の水位及び貯水池の面積によって決定される。

したがって、最も基本的な量は、貯水池の上限水位、下限水位、貯水池の面積及び消費水量である。これらは、それぞれ、圃場容水量、生長障害水分点、有効土層厚及び蒸発散量に該当する。

【用語の解説】

①圃場容水量：

地下水位の影響が及ばない土層において、多量の降雨または灌漑後、土層からの排水速度が蒸発散速度と同程度に小さくなった水分状態をいう。作物が利用できる土層の土壤水分の上限を意味する。

②生長障害水分点：

作物の正常生育に支障が現れる小水分状態を示す土壤水分量であり、土壌や作物により異なる。通常は生長障害水分点が灌漑開始点に用いられる。

③有効土層：

おおよそ間断日数程度の連続干天期間に、土壌面蒸発、作物根による水分吸収及び毛管上昇などによって水分消費が行われる範囲の土層。

④消費水量：

圃場容水量の状態から制限土層が生長障害水分点に達するまでの期間に有効土層中で減少した水分量。

3) 方法

消費水量の実測方法の1つである土壤水分減少法は、土壌を深さ方向に分割した層別の水分減少量を測定することで、蒸発散活動で失われた土壤水分量を求める方法である。以下に参考として日本における土壤水分減少法の測定方法を示す。

【参考】

①全土層が24時間容水量に達してから実測を開始する。実測位置は根が平均的に分布している場所とし、株から約10cmの位置とする。

②土壤水分の測定は、原則として深さ方向に5、15、25、35、50、70cmの位置とする。なお、土層断面の観察により有効土層が浅いと考えられる場合には、深部の測定は省略してもよい。

③観測圃場への灌漑は、圃場全体に均等に行う。土壤水分測定と併行して降雨量、蒸発計蒸発量も観測する。測定時刻は毎日午前9時を中心とする。

④有効土層の毎日の土壤水分の実測結果から、次式により日消費水量 Σen を求める。

$$\sum en = e1 + e2 + \dots + en$$

$$e1 = \frac{1}{10} \times (M_1 - M_1') \times D1$$

$$e2 = \frac{1}{10} \times (M_2 - M_2') \times D2$$

.....

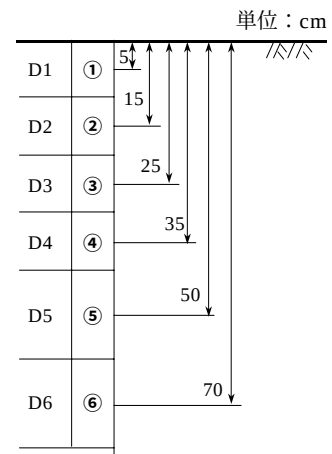
$$en = \frac{1}{10} \times (M_n - M_n') \times Dn$$

ここで、 $D1$ 、 $D2$ ・・・ Dn ：各層の厚み（cm）

$M1$ 、 $M2$ ・・・ Mn ：各層のその日の土壌水分測定値（容積％）

$M1'$ 、 $M2'$ ・・・ Mn' ：各層の翌日の土壌水分測定値（容積％）

$e1$ 、 $e2$ ・・・ en ：各層の土壌水分消費量（mm）



以上、灌漑諸元の理論や測定方法を示したが、次からは、アジア地域砂漠化防止対策調査の実証調査結果から、実際に圃場での灌漑、特に起伏地形での水利用方法について解説する。

(a) 灌水間隔

a) 現状

アルタイ地区アラハク圃場において土壌水分減少法で測定した消費水量の算定結果を下表に示す。調査初年目は当時の農牧民の灌漑状況を把握するために、灌水頻度は自由に行った。対象作物は飼料作物であるトウモロコシである。

表 3.2.1.3 消費水量算定結果（2004 年、トウモロコシ）

月 (Month)	算定条件				ZFP (cm)	日消費 水量 (CU/d)	土壌水分消費型 (SMEP)(%)					蒸発散比 (CU/Epan)
	日数計 (Days)	サイクル数 (Cycles)	日蒸発量 (Epan/d)	pF15cm 深 (pF Range)			1	2	3	4	5	
5 月	6	1	9.3	2.18-2.27	21	0.8	30	25	17	19	9	0.08
6 月	13	3	13.1	2.06-2.23	46	2.2	30	21	19	21	9	0.17
7 月	6	2	10.6	2.02-2.33	40	3.2	26	23	24	20	7	0.30
8 月	20	4	9.6	2.00-2.40	45	3.0	30	20	22	19	9	0.32
9 月	7	2	8.7	2.02-2.25	45	2.4	20	17	28	25	10	0.27

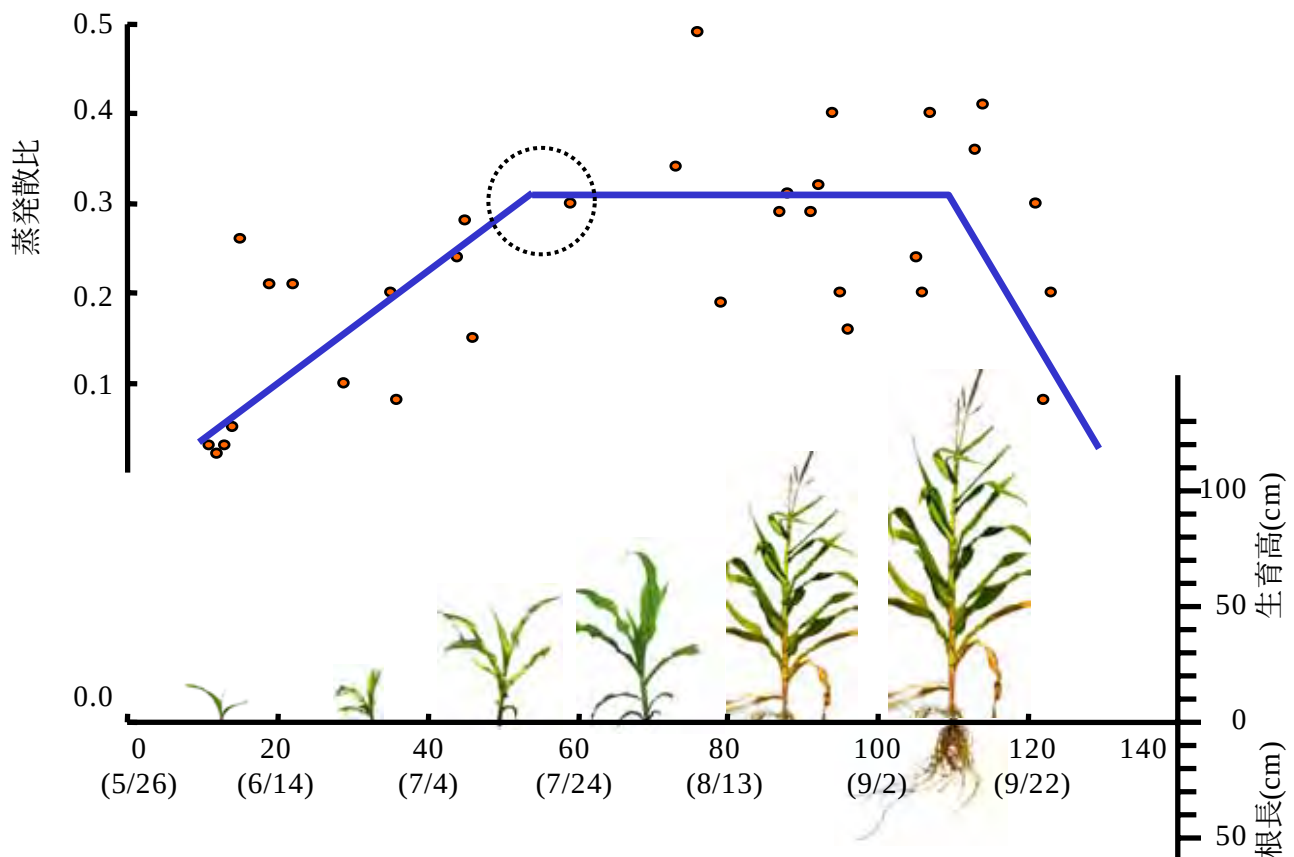
注) ①サイクル中に 5mm/d 以上の降雨日が含まれた場合は、蒸発条件が乱されたと判断し、消費水量の算定から除いた。

②1 カ月に含まれる算定対象期間の日数の合計が 5 日未満の場合は、基礎データ数の不足と判断して、月平均値を求めなかった。

③pF15cm 深は根群域が最も発達している深さが 15cm であり、この深さを基準の深さとした。

- ④ZFP（zero flux plane）とは、蒸発散による水分上昇域と重力排水による下降域の境界面である。有効土層は、地表面からこの ZFP までの土層を採用した。
- ⑤土壌水分消費型（SMEP）とは、各土層別の水分消費の割合を示す。
- ⑥CU/Epan は消費水量を算定した期間の計器蒸発量から月平均蒸発量を求め、消費水量と計器蒸発量の比率を表す。

また、生育日数と蒸発散比の関係を示すと下図のようになる。



注：図中のトウモロコシは草丈と根群深を模式的に示すもので、実際の試験作物を示すものではない。

図 3.2.1.3 生育日数と蒸発散比の関係（2004 年、トウモロコシ）

上図の点線○印である播種 60 日後に蒸発散比は最大となり、このころ穂ばらみがあり、この時以降作物は水を最も必要とすることになる。しかし、9 月中旬になると蒸発散比が減少した。作物は栽培後期には消費水量が減少し、生長が止まるのが普通であるためである。

b) 改善方法

その結果を基に 2 年目調査は、初年目から得られた間断日数を 4 日（5 日に 1 回灌水）に固定し、9 月中旬まで続けた。さらに、発芽する前までにも 4 日間断とした。

その結果、消費水量の算定及び生育日数と蒸発散比の関係はそれぞれ以下のような

り、明らかに生育状態が良くなった。また、その場合の収量は 534kg/a となり、越冬飼料としての貯蔵量が概ね確保することができた。なお、この場合の収量とは、生草収量（茎葉+雌穂）、播種後 118 日目のことである。（目標収量は、乾物収量で 150kg/a であるが、調査結果では、534kg/a（生草収量）×0.25（一般的な換算係数）=134kg/a となる。）

したがって、灌漑頻度を 5 日に 1 回灌漑することを継続することによって、消費水量は増加し、高収量を得ることができる。

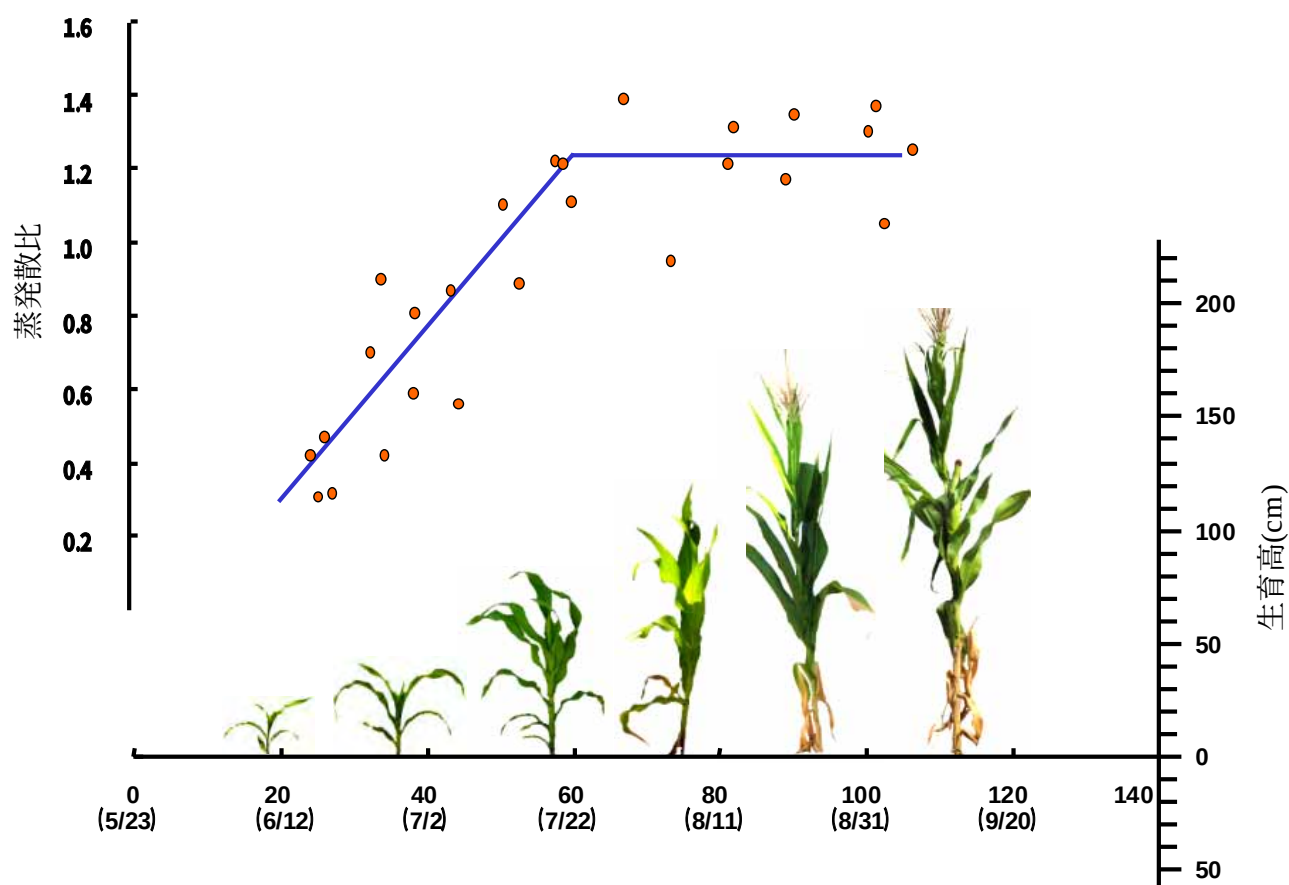


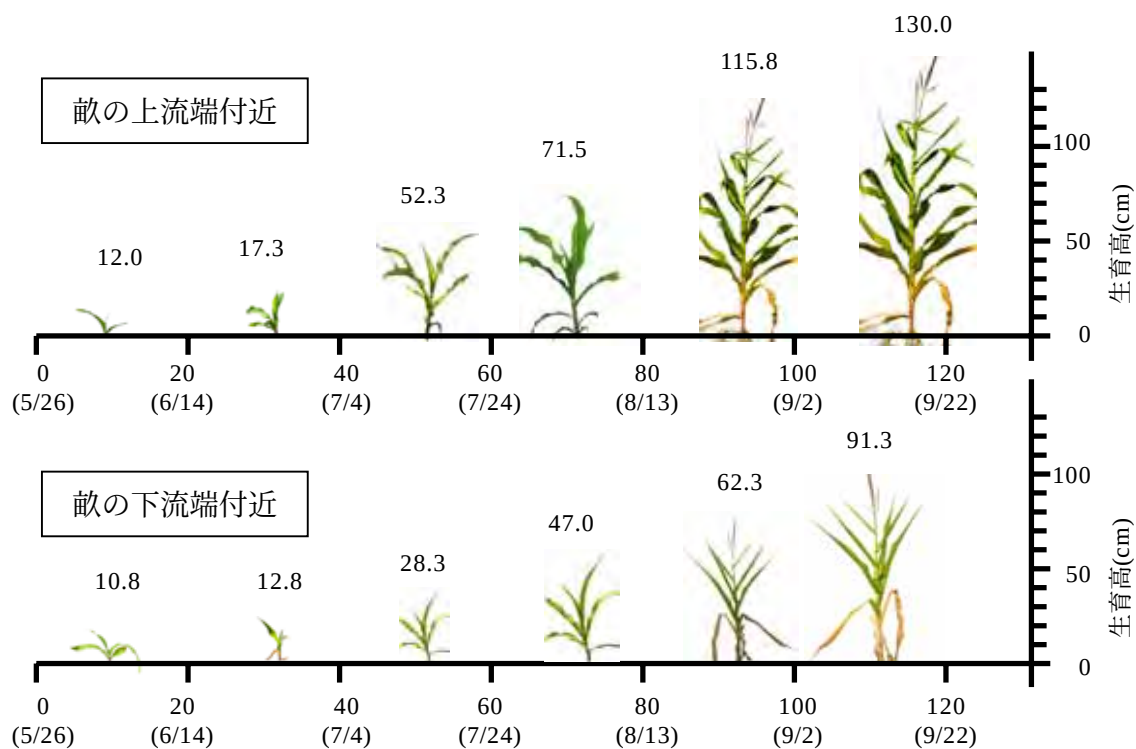
図 3.2.1.4 生育日数と蒸発散比の関係（2005 年、トウモロコシ）

(b) 起伏地形での水利用方法

a) 現状

起伏地形では圃場全体に灌漑水が行き渡るよう圃場内用水路をつくる必要がある。しかし、適切な位置に圃場内用水路をつくったからといって必ずしも予定収量が確保されるわけではない。その理由は、灌水作業に不慣れな農牧民は均等に作物に灌水していないからである。

畝間灌漑では、上流と下流で水の到達時間に差があるために灌漑が不均等になることは避けられない。特に畝長が長いと不均衡が大きくなる。その場合、畝の上流端で給水過剰を回避すると下流端では水不足になる。その結果下図のように生育に影響する。

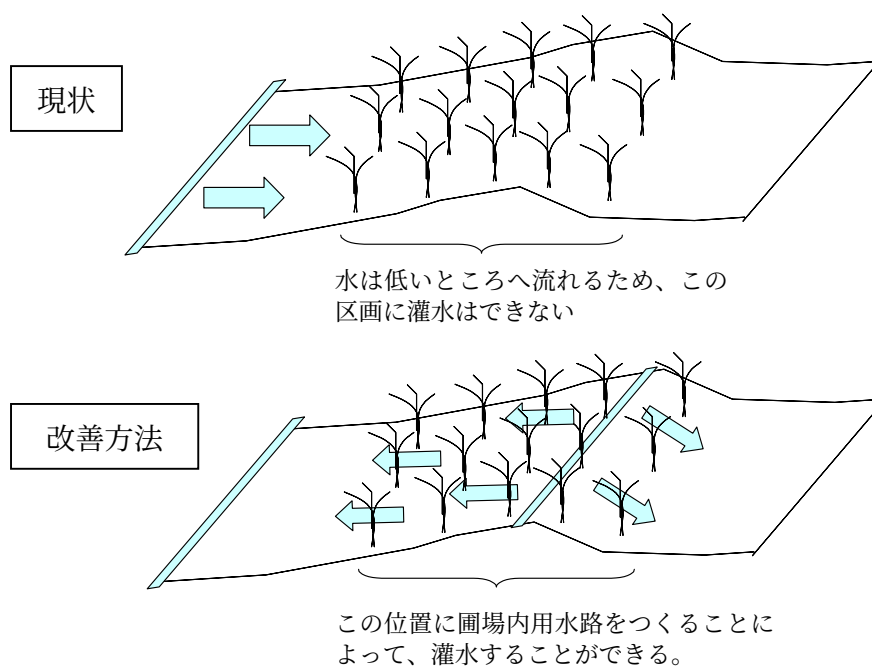


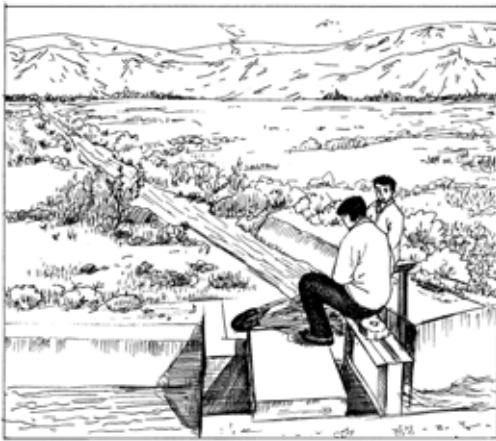
注：図中のトウモロコシは草丈と根群深を模式的に示すもので、実際の試験作物を示すものではない。

図 3.2.1.5 生育高の比較（2004 年、トウモロコシ）

b) 改善方法

下図のように間に圃場内用水路を設け、1 回に灌漑できる区画を狭くする。このことにより、区画全体に均一に灌漑することができ、灌漑用水の過不足が生じにくくなる。また、灌水時には播種した畝に沿って水を導水するように灌漑する必要がある。





じっと座って見ているだけでは圃場全体に灌水出来ない。



灌水時には播種した畝に沿って水を導水し、均等に灌漑する必要がある。

留意事項：

消費水量の実測は対象作物を飼料作物であるトウモロコシに絞り込んだが、その他、ダイズ、ヒマワリ等の換金作物に対しても基本的考え方は同じである。

また、乾燥地特有の小雨多蒸発の気候条件では、土壌の物理性にもよるが、灌漑を行った後、著しい蒸発量によって土壌表面が硬化することが多い。そのため、農牧民は発芽しないことをおそれ、それまで灌漑しない習慣を持っている。

しかし、作物にとっては初期水分量が絶対的に不足しているため、播種後僅かな量でもよいので灌漑を行うことが望ましい。

その結果、土壌表面は硬化することはなく、予定収量に達することが出来た。

圃場の水利用は理論よりも実践である。また、先進地研修を行い、農民の灌漑方法を見学するだけでも十分な効果はある。

3.2.2 塩類集積の発生と改善

乾燥地においては、河川に隣接した沖積地で灌漑水が容易に得られるために、これらの地域が農地として利用されることが多い。しかし、これらの地域では一般的に土壌の透水性が低く、地形的にも平坦であり、自然排水がうまく行われないうために地下水が上昇し、湛水被害（waterlogging）を生じる結果となる。地下水の上昇は作物の根の正常な発育を阻害するだけでなく、地下水に含まれている塩類を根群域に搬入し、土壌の塩類化をますます促進させてしまう。

アジア地域砂漠化防止対策調査では塩類集積は調査期間中発生することはなかったが、乾燥地域において灌漑を行うことは塩類集積を生じやすいため、ここでは、塩類集積の発生と一般的に行われている改善対策について説明する。

(1) 概要

乾燥地域では、放牧地、天水農業、灌漑農地などの用途に土地が利用されているが、それぞれ以下のような問題が起こっている。

放牧地	過放牧、風食、砂丘再活動
降雨依存地域（天水農業）	過耕作
灌漑農地	塩類集積

塩類土壌は劣化した土壌の一 종류で、その分布面積は正確に集計することはできないが、乾燥地または半乾燥地の農地に主として分布している。世界陸地の約三分の一は乾燥地域であるが砂漠のように極めて乾燥しているのは 5%程度であり、多くは豊富な日射量に恵まれ、水さえあれば生産性が期待できる環境にある。コムギ、ダイズ及びトウモロコシは大部分が乾燥地で生産されている。

しかし、乾燥地または半乾燥地における塩類土壌は、降水量よりも蒸発散量が上回る地域で生成されており、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムの塩基類の供給量が多いため、塩類土壌面積が急速に増加している。

(2) 塩類集積のメカニズム

乾燥地においては夏期になると降雨に恵まれず、土壌水分の蒸発散が著しい。また、過剰に灌漑し過ぎると地下水位が上昇し、土中の塩分が溶けて表面に浮き出てしまい、耕作をしないでいると、その農地は使うことが出来なくなってしまう。一方、冬期においては、土壌中の水分は表層に上昇し凍結する。その過程において土壌中の塩分も同様に上昇するため、融解時には土の中の塩分が溶けて表面に浮き出てしまう。つまり、土壌水分及び塩分の移動は凍結・融解時と蒸発散の過程と同じである。

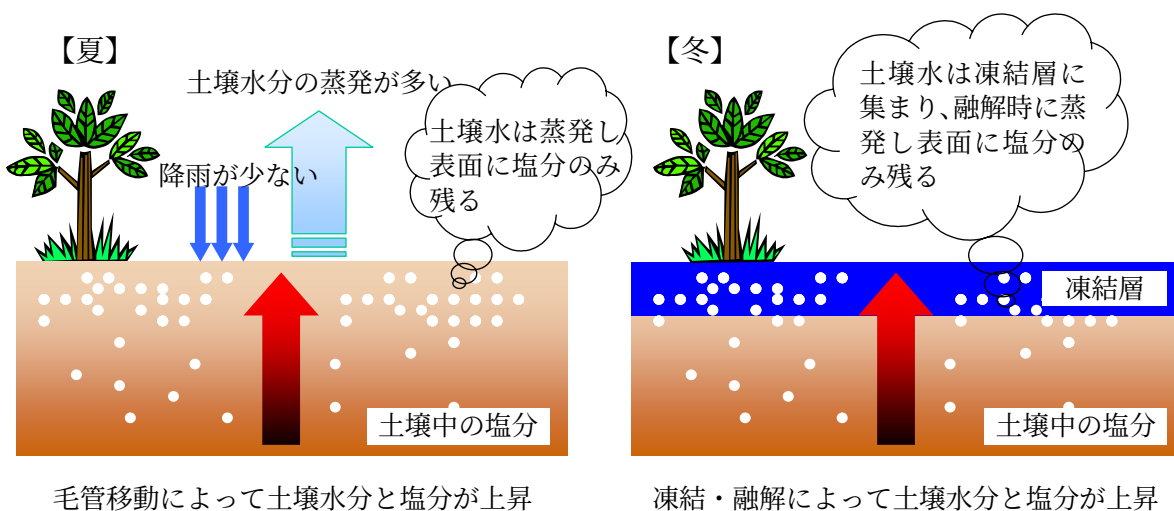


図 3.2.2.1 寒冷乾燥地における土壌水分の移動及び塩類集積の生じ方

(3) 塩類集積の原因

塩類集積の原因には大きく分けて次の 2 つがある。

- ① 灌漑水に含まれる塩類によるものである。多量の可溶性塩類が作物の根群域に蓄積すると、土壌水の塩類濃度が増し、土壌水の浸透ポテンシャルが減少することによって、作物による吸水が困難になる。灌漑水中の Na イオンがその他の陽イオンに比べて多い場合は、土壌の交換性 Na 含量が増すこと（土壌のアルカリ化）によって、通水性、通気性不良などの土壌物理性の劣化を引き起こし、この結果、作物生育に悪影響を及ぼす。
- ② 塩分の濃い地下水の存在によるものである。その地下水は、河川などを通る間に塩基類を混入してきた灌漑水が、灌水後に土中を通して地下へ至る間に蒸散によって水分だけを奪われた結果、混入している塩基物の濃度が濃くなったものである。その塩分の濃い地下水が、多くは、排水不良のために地下水位が上昇して、湛水被害（waterlogging）を生じる結果となる。地下水位の上昇は作物の根の正常な生育を阻害するだけでなく、地下水に含まれている塩類を根群域に搬入し、土壌の塩類化をますます促進させることになる。

その他にも、不適切な平地での貯水（平地ダムは地下水位を高め、周囲の塩類化を拡大する）や、浸水、漏水する水路、凹凸地面の耕地で、被覆物が少ない場合等がある。

(4) 塩害防止対策

乾燥地においては、塩害を招く地下水位の上昇を防止し、あるいは地下水位を低下させるための対策が不可欠である。圃場内では、作物の消費水量を正確に把握して過剰灌漑を避け、また塩害を軽減するためのリーチングを行うなどの水管理が重要である。

1) 地下水位の上昇防止

前述のように、waterlogging と塩害を防止するためには、地下水位が許容範囲以上に上昇しないようにすることが必要である。このための方法として、開水路による地表排水、暗渠等による水平排水ならびに管井（tube well）による井戸排水がある。

井戸排水は暗渠等の重力排水に比べて次のような長所、短所を有する。長所としては、①柔軟なシステムが可能であり、水位は任意のレベルでコントロールできる、②水質が良好な場合には、既存の灌漑システムの補助的な役割を果たし、③地形に関係なく設置できる、④漏水性の帯水層からの揚水は被圧地下水の圧力を下げ、上層からの下層移動を促進する、等がある。短所としては、①塩水を含む帯水層からの揚水は、灌漑システムの塩分負荷を高め、その結果、別の排水処理施設を必要とすることにも繋がる、②重力排水に比べて技術的に複雑である、③材料は暗渠の場合に比べて耐久性が劣る、等がある。両方式が技術的に可能である場合にはコストにより決定することになるが、一般的には重力排水が初期投資、年間の維持費ともに高価である。井戸、暗渠、開渠のコストを比較してみると、井戸の場合には、初期コストで他の場合の 1/7～1/12 であり、年間経費でも 1/2～1/6 となっている。

以下は、アルタイ地区ハバカ県ケルダラ実証圃場での地下水位観測の結果を事例としてあげる。

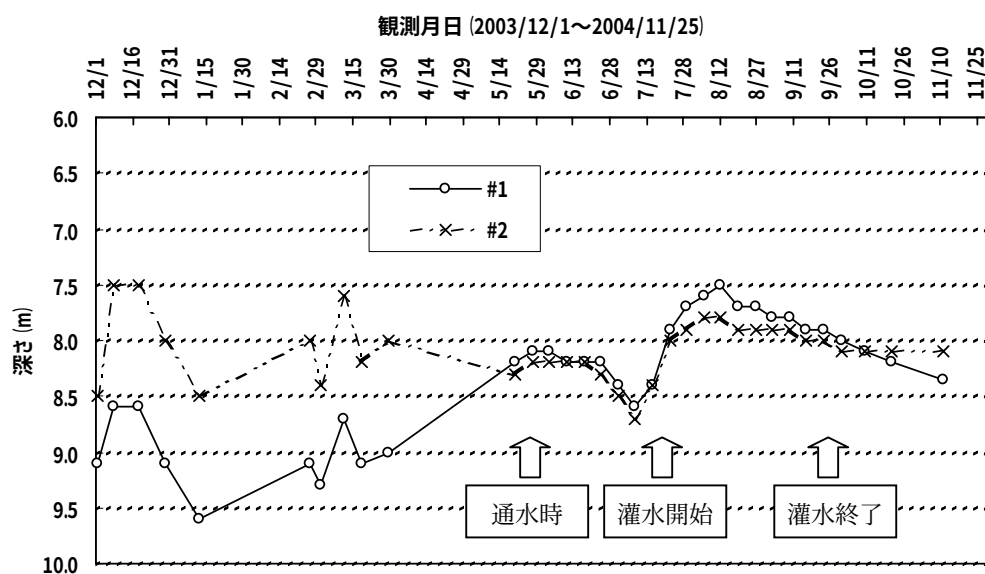


図 3.2.2.2 ケルダラ実証圃場地下水位観測結果

観測開始である 2003 年 12 月から 2004 年 4 月下旬までは圃場に灌水されることはなく、地下水位は上流側（#1）で約 8m、下流側（#2）では約 9m で推移している。しかし、5 月になると支線用水路、第 2 支線用水路に堆積した土砂を洗い流すために通水が行われた。このことにより、#1、2 の地下水位は同水位になり、その後 11 月末まで同様の推移を示した。7 月中旬から灌水は再開され、地下水位は一時 7.5m まで上昇したものの、それ以上上昇し続けることはなく、徐々に低下傾向にあった。

つまり、ケルダラ実証圃場では、根群深が通常 15cm であるため、根群域と根群域への毛管上昇の際にも地下水は届くことはなく、上図の程度では、塩害の恐れはない。

2) 消費水量の正確な推定

乾燥地においては、灌漑の導入が農地の生産性を飛躍的に増大させるとともに、農業の安定性をもたらすが、waterlogging、土壌の塩類化による農地の生産性の低下ひいては不毛化の危険性が常に付随する。この農地の永続性に関連した圃場における水管理が重要であるが、それに関連して、灌漑水量を決定するために必要な消費水量を正確に推定することが重要な問題である。

たとえ正確な消費水量推定から必要な灌漑水量が決定されたとしても、土水路と地表灌漑では正確な水の管理に限界があるので、消費水量の正確な推定が塩害防止に果たす効果は現実的にはかなり制限される。

3) 灌漑用水の水質

灌漑用水に含まれる塩類濃度の表現には二つの方法がある。第一は、可溶性塩類総量 (total dissolved solids, TDS) であり、一定量の溶液を蒸発乾固し、蒸発残さを求め、溶液の単位容積当たりの質量 (mg/l) で表す。第二の方法は、灌漑水の電気伝導度 (EC, S/m) である。溶液の EC 値は塩の量だけでなく、塩の形態によって変わるので、EC と TDS との関係は厳密には一価には決まらないが、dS/m で表した EC に 640 を乗じると、TDS(mg/l)の近似値になる。土壌水に塩分が含まれることによって作物の生育障害が生ずる場合の指標としては、測定が容易な EC が多く用いられ、アルカリ障害の場合の指標として、次に示すナトリウム吸着比率 (sodium adsorption ratio, SAR) が用いられる。ここで、各イオン濃度の単位は me/l が用いられる。

$$SAR = \frac{Na^+}{\left\{ (Ca^{2+} + Mg^{2+}) / 2 \right\}^{1/2}}$$

灌漑水水質の判断となる指針は下表の通りである。

表 3.2.2.1 灌漑水質の判断と指針

項目	使用制限の度合い		
	なし	若干または中程度あり	大いにあり
◇塩分			
ECw (dS/m)	<0.7	0.7 - 3.0	>3.0
TDS (mg/l)	<450	450 - 2,000	>2,000
◇浸潤			
SAR= 0 - 3	ECw= >0.7	0.7 - 0.2	<0.2
3 - 6	>1.2	1.2 - 0.3	<0.3
6 - 12	>1.9	1.9 - 0.5	<0.5
12 - 20	>2.9	2.9 - 1.3	<1.3
20 - 40	>5.0	5.0 - 2.9	<2.9

出所：Ayers and Westcot, 1985

(5) 塩類土壌地域の作物の選択

いくつかの作物は、他の作物に比べ非常に大きい土壌塩分のもとで満足な収穫が得られる。それは、作物が塩類土壌からより多くの水を吸収することができるからである。塩分が集積した地域では、作物の生育のために、集積を許容できる範囲内に制御することは出来ない。予測される土壌塩分のもとで更に高い耐塩性と経済的な収穫が上げられる作物を選択することが重要である。

塩分濃度と作物の耐塩性の関係は FAO 技術書によると下表の通りである。

耐塩性に関する数値に十分な資料がない所では、作物の耐塩許容値は、圃場での経験、資料または観測値をもとに定めるとよい。

表 3.2.2.2 塩分濃度と作物の耐塩性

(単位：ECe (mS/cm))

作物名 \ 収 量	100%	90%	75%	50%	0%
トウモロコシ	1.7	2.5	3.8	5.9	10
ダイズ	5.0	5.5	6.2	7.5	10
コムギ	6.0	7.4	9.5	13.0	20
アルファルファ	2.0	3.4	5.4	8.8	16
トウモロコシ (飼料用)	1.8	3.2	5.2	8.6	16

出所：FAO 技術書 (抜粋)

(6) 塩類土壌の管理

1) 調査と改良方針

塩類土壌の管理には次のような調査が必要である。

- ①土壌塩分の垂直と水平分布の調査
- ②土層の構造と浸透性
- ③地下水の深さ、水質、動態及び変動
- ④灌漑用水の量と質
- ⑤土地形態、起伏及び排水状態
- ⑥蒸発、降雨、温度を含む気象条件
- ⑦地形図

以上のような資料をベースに次の事項を決定する。

- ①大抵の作物が栽培できる塩分レベルまで、根群域の塩類含有量を軽減する。
- ②交換性ナトリウムを 10%以下の値に軽減する。
- ③地下水位を最小レベル以下に下げる。(おおむね 2m 以下)
- ④地下水の塩分を最小濃度まで下げる。

2) 塩類土壌の改良

(a) 改良の手順

塩類土壌の改良は、土壌、地下水、起伏及び気候についての基礎的な情報を集めた後、多くの場合、次に示すような手順で作業が行われる。

- ①おおまかな地均し
- ②用水路と排水路の設置
- ③二回目の地均し
- ④二次排水路と灌漑小水路の設置
- ⑤圃場内の排水溝と用水路の設置
- ⑥入念な地均し

入念な地均しは±5cm 以上の差がつかないように行わなければならない。これは、水が均等に行きわたり、リーチングの効率をよくするためである。

- ⑦耕起及びリーチング
- ⑧土壌と排水の塩分調査
- ⑨耐塩性作物の栽培
- ⑩水分管理を入念に行って通常の作物がとれる土壌を維持し続け、再度塩類集積を防止する。

(b) 排水

排水の方法は、その土地に固有の条件により異なるが、通常、地表排水と地下排水で行われる。地下排水は、水平的には明渠か暗渠で行い、垂直方面には主としてポンプ排水によっている。

排水は改良の早期段階でリーチングした水の量を排除するために十分なものでなければならない。再び塩が集積するのを防止するためには十分な明渠か暗渠の深さと間隔は土壌の浸透性を考慮して決めなければならない。高い塩類集積地では暗渠方式より、明渠方式の方が好ましい。その理由は、より一層多量のリーチングが必要であるからである。

一般的に、改良の初期には明渠を用い、排水が安定した時期には生産費を節約し、管理経費を軽減するため、暗渠に変更することがよい。通常要求される排水は、速やかなリーチングを行うための浅く間隔の狭い圃場排水(深さ 0.9～1.25m、間隔 10～100m)、と地域の地下水面を下げるための深く間隔の広い排水路(深さ 2.5～3m、間隔 300～1,000m)を組み合わせることが望ましい。

排水の深さは、再度の塩類集積を防止しうる地下水の深さを維持するようにしなければならない。このため、許容される排水の深さは次のような事項を考えて決定することが大切である。

- ①蒸発速度
- ②地下水の塩分濃度と動態
- ③土壌の透水性
- ④灌漑方法
- ⑤作付体系

(c) リーチング

リーチングは、溶解性塩類を溶かすに十分な水量を用い、全てそれは排水システムに排水されなければならない。リーチングには通常、連続法と間断法の二つの方法がある。連続法では、蒸発と排水で失われた量を補う目的で時々水を農地へ追加し、水深を 10cm に維持する。この方法は、塩分の速やかな除去を保証し、土壌での早期作物栽培を可能にすることができる。連続して行うリーチングは次に示す条件の下でのみ推奨できる。

- ①土壌の透水性がよいこと。
- ②塩を含む地下水位が高いこと。
- ③高い蒸発率があること。

間断法にあっては、溶解性の塩類を溶かすのに十分な量（水深約 10cm）を最初に加え、次に水深約 20cm の水を、塩類を除くために加える。これを時々繰り返し、表土への再度の塩類集積を防ぐため加水を十分に行うことが重要である。

参考文献

- 農業土木学会（2003）：農業土木標準用語事典改訂 5 版、農業土木学会
- 日本農業土木総合研究所（1989）：海外技術マニュアルー畑地かんがい編一、日本農業土木総合研究所
- 日本農業土木総合研究所（1990）：海外技術マニュアルー農地保全編一、日本農業土木総合研究所
- 全国農業改良普及協会（1992）：アジア・畑作技術指導マニュアルー基本編一、全国農業改良普及協会
- 緑資源公団（2000）：世界の農地水管理一気候区分別農地水利用の実態と将来方向一、緑資源公団
- 農業土木事業協会（1994）：中国の水利管理一都江堰と韶山一、中島哲生編、農業土木事業協会
- 黒田正治等（2000）：農業水利システムの管理、黒田正治編、農業土木機械化協会
- 金森秀行（1998）：熱帯転換畑の土壌水分動態の多様性とその解明ーフィリピンの転換畑における作物水分消費の研究（II）一、農業土木学会論文集第 195 号抜刷
- 金森秀行、吉川雅夫、徳永豊、宮野敬介（1998）：熱帯転換畑の土壌水分動態の多様性とその解明ーフィリピンの転換畑における作物水分消費の研究（III）一、農業土木学会論文集第 195 号抜刷
- 金森秀行、吉川雅夫、徳永豊、宮野敬介（1999）：熱帯転換畑の土壌水分動態の多様性とその解明ーフィリピンの転換畑における作物水分消費の研究（IV）一、農業土木学会論文集第 204 号抜刷
- 金森秀行（2002）：フィリピン西部の転換畑における土壌水分減少法の適用による灌漑因子の決定方法に関する研究、明治大学大学院農学研究科 2002 年度博士学位請求論文
- 緑資源公団（2001）：サヘル地域砂漠化防止対策技術集、緑資源公団

3.3 土地保全のための防風林

3.3.1 防風林の設置

防風林は砂の移動による農地の侵食を防いだり、風の力を弱めて作物の生長を促進させたり、風による表土の流出を防ぐなどの効果を発揮する。したがって、乾燥・半乾燥地において農業農村開発を行うには、農地や家屋を乾燥や強風から守るための防風林の設置が有効である。

農業農村開発を保全するための防風林は、行政機関と地域住民が一体となった整備が重要である。しかし、これまでは行政機関は設置計画、苗木の配布まで行い、その後の管理は地域住民に全て任せるといったやり方であった。そのため、管理が行き届かない防風林も多く見られる。

管理が行き届く健全な防風林を育成するためには、行政機関の適切な指導と、地域住民の防風林の役割についての正しい認識と自発的な管理が必要である。また、両者が一体となって、防風林設置計画の策定から苗木生産、植栽、管理までの一貫した整備体制を構築することにより、防風林の機能が持続的に発揮・維持されることになる。

3.3.2 設置計画

(1) 植栽樹種の選定

防風林の設置を行うには、防風効果が高い樹種を選定する。現在、主に防風林に利用されている樹種は、黒楊 (*Populus nigra*)、白柳 (*Salix alba*) など、外来種の高木が利用されているが、乾燥・半乾燥地域においては地域の環境に適応した在来種も利用されることが望ましい。沙棗や梭梭などの在来種は低木が多いことや、生長が遅いなどの特徴を持つが、耐乾性や強風への抵抗性があるなど優れた点も多い。また、家畜の放牧などが行われている地域では家畜による食害対策のために、有刺植物の利用も有効である。

表 3.3.2.1 植林に利用される主要樹種

樹 種	学 名	和 名
黒 楊	<i>Populus nigra</i>	ヨーロッパクロポプラ
銀白楊	<i>Populus alba</i>	ウラジロハコヤナギ
白 柳	<i>Salix alba</i>	セイヨウシロヤナギ
沙 棗	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	ヤナギバグミ
梭 梭	<i>Haloxylon ammodendron</i>	なし

留意点：

防風林に利用する樹種は、苗木の生産性や防風機能を発揮するまでの生長時間などを総合的に判断する。また換金性を持つ果実や用材などに利用可能な樹種を植栽することは防風林としての機能だけでなく、将来への収益性を持たせることになる。

参考：アジア地域砂漠化防止対策調査において、選定の基準となる苗木の生育特性について調査を行ったので記載する。

植物の水分関係の一つの指標とされる樹液流速の測定を黒楊 (*Populus nigra*)、鹿蹄柳 (*Salix pyrolifolia*)、沙棗 (*Elaeagnus angustifolia*)、胡楊 (*Populus euphratica*) を対象に行い、単位葉面積あたりの樹液流速を比較した。結果は沙棗>鹿蹄柳>黒楊>胡楊の順であった。樹液流速が大きいほど、活発な蒸散や光合成が行われたと考えられ、在来種の中低木である沙棗や鹿蹄柳は少ない葉面積で活発な活動を行っており、乾燥条件にあっても気孔開度を維持し、蒸散を低下させない特性を持っていた。高木の黒楊は前述の2種と比較すると土壌水分が高いにもかかわらず樹液流速は低く、低い湿度に対して気孔閉鎖が生じていたと考えられる。高木で成長速度が速く、防護林に向くが、1株当たりの葉面積が大きいため生育には多量の水が必要となり、水の確保が容易な状況に適している。胡楊は最も樹液流速が低いが、これは極乾燥地でも生育可能な植物に見られる蒸散を抑制し水分を保つ生理特性であり、灌漑可能な防護林には適さないが、圃場外溝の灌水困難な場所の緑化などのより強い乾燥条件においては適した樹種と思われる。このように、樹種によって特性は多様であり、その地域および灌水条件・用途にあった樹種の選定が重要となる。

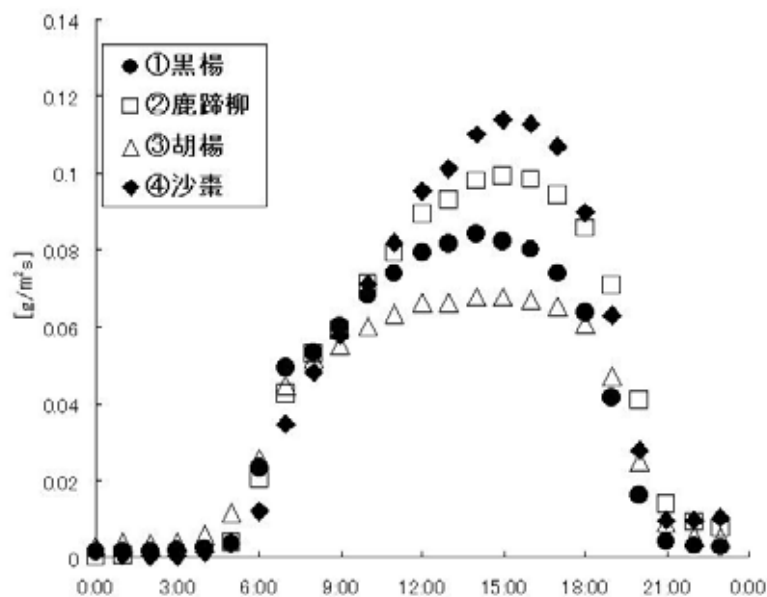


図 3.3.2.1 単位葉面積あたりの樹液流速

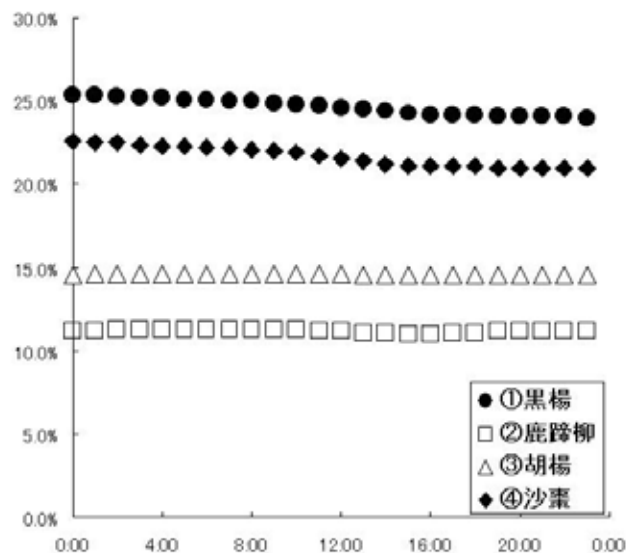


図 3.3.2.2 土壌水分

(2) 防風林のデザイン

1) 防風効果の要素

防風林は樹高と植栽密度が重要な要素となる。防風効果の及ぶ範囲は、風上側においては樹高の約 5～10 倍、風下側では 20～30 倍の範囲となる。

留意点：

樹高が高いほど防風効果が発揮されるが、高木の植栽は生長に多量の水を必要とするので、水資源に対する影響が大きくなる。また、高い植栽密度のまま生長した防風林は樹冠が密閉して壁の状態になり、林帯を乗り越えた風が直後に下降して渦流域を発生させるので防風効果が及ぶ範囲が狭まる。適度な植栽密度であれば、防風林を乗り越える風と林内を通過する風に分散されて風は弱まり、さらに林内を通過した風が林帯を乗り越えた風が作る渦流域を崩すので防風範囲が広がる。植栽する樹種や設置する幅は立地条件や農地の規模に合わせて決定する。

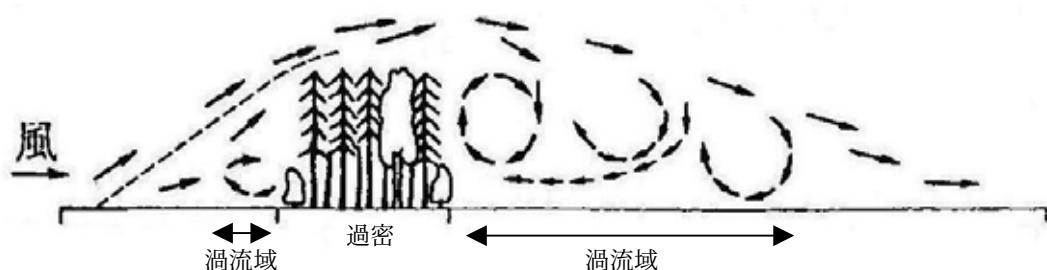


図 3.3.2.3 防風林の効果が及ぶ範囲（過密状態）

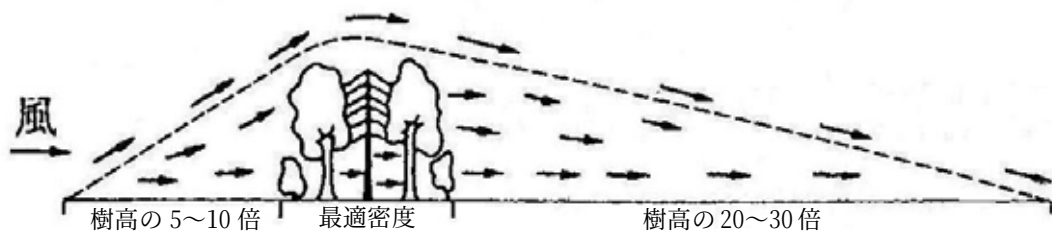


図 3.3.2.4 防風林の効果が及ぶ範囲（最適密度）

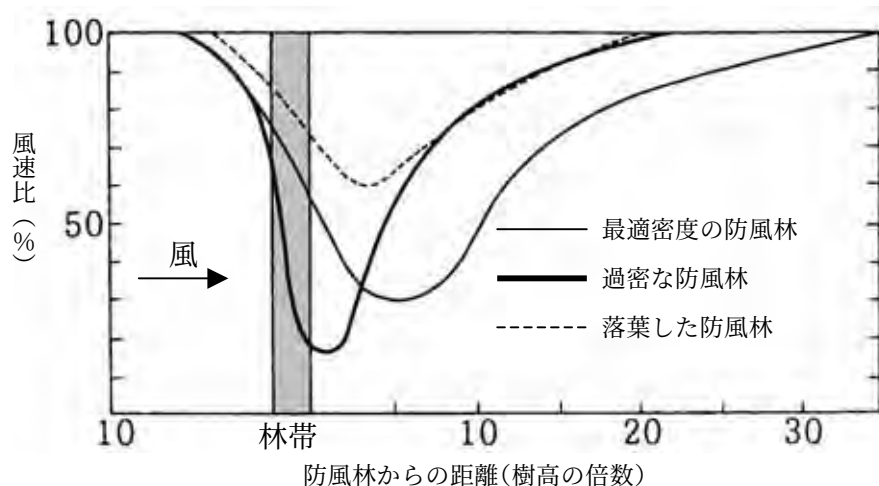


図 3.3.2.5 防風林の風速減少作用

2) 防風林の構成

単一樹種による単層林よりも、複数の樹種を植栽して混交林にするのが望ましい。高木と低木を植栽した混交林では、上層と下層で樹冠が階層構造を持つことにより防風効果が強化される。上層の樹冠の形状が均一でなくなることにより、防風林上部を通る風のエネルギーを弱めることができ、樹高が一定の防風林よりも高い減風効果がある（図 3.3.2.7）。下層は地表の露出を防ぐため、風による表土の侵食を防止する効果がある。

また、枝や葉が細かく、防砂効果が期待される紅柳や、刺により家畜の食害を防ぐことができる沙枣のような樹種などと高木樹種を組み合わせることで、より機能的な防風林をつくることができる。

参考：アジア地域砂漠化防止対策調査における防風林では単層林の設置は行わず、黒楊＋沙枣、黒楊＋白柳＋沙枣、白榆＋沙枣、鹿蹄柳＋沙枣といった高木＋低木、外来種＋在来種といった構成で実施した。

留意点：

近年、三北防護林で発生したカミキリムシの大発生は、ポプラの単層林に大被害を与えたが、複数の樹種で構成された場所では被害も少なかったとされる。このような病虫害、あるいは気象害が発生した場合に単層林では大きな被害を受ける危険があるので、混交林にすることで危険性を減らすことが可能である。

※三北防護林…中国の華北地区、東北地区、西北地区の 13 省、市、自治区において造成されている防護林帯。1978 年から造成が開始され、終了予定は 2050 年。予定造林面積は約 36 万 km²。

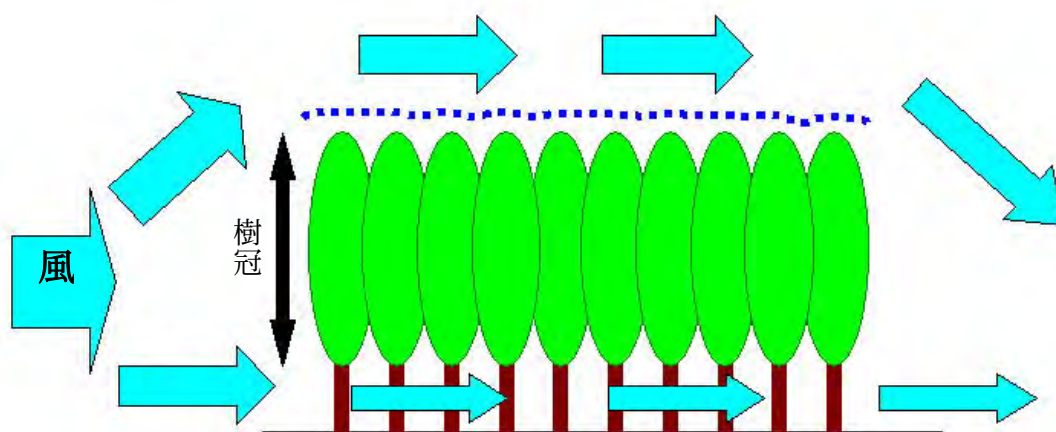


図 3.3.2.6 単層林の減風効果

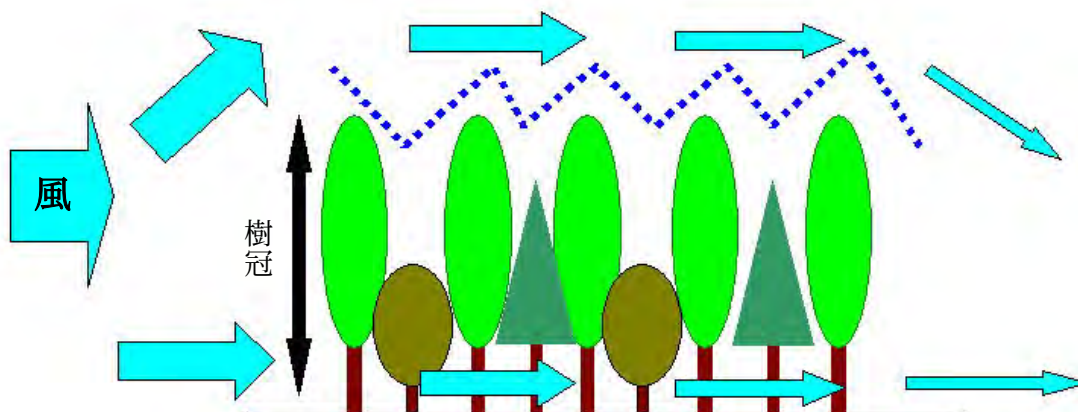
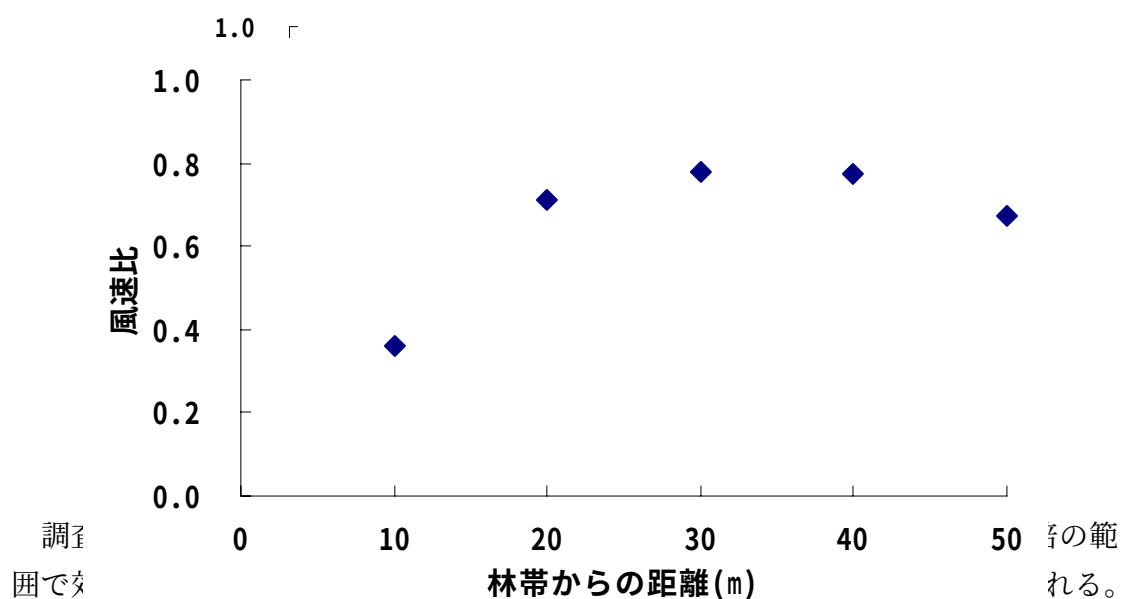


図 3.3.2.7 混交林の減風効果

3) 防風林の設置方向

防風効果は、防風林の設置方向が風向きに対して直角である時に最大の効果を発揮する。その地域における主な風向きを把握し、地形や防護する農地の形状などを考慮して、防風林の設置方向を決める。

アラハク圃場にて風量調査を実施した。調査した林帯は 2003 年植栽の黒楊で苗間 1.5m、列間 2m。現在の樹高は樹高 4～5m。調査日は主に南西の風で平均風速は 6.2m であった。



風の方角に対して圃場の幅は 150m。防風効果は風下側では 20～30 倍とされているので、この圃場においては黒楊のような高木ではなく、樹高 10m 程度の中木で防風機能を果たすことができると考えられる。

農地の形状や規模、灌水の難易を考慮し、高木の林帯設置が可能な農地においては高木を利用して早期に防風効果を発揮することを目指し、灌水が困難な農地においては多くの水量を必要とする高木ではなく、中木と低木の組み合わせで防風林を設置すれば水資源の節約につながる。

(3) 必要植栽本数

設置する防風林の規模、植栽間隔を決定し、必要となる本数を積算する。植栽の形としては正方形、長方形、正三角形植栽などがあるが、面積あたりの植栽本数が多くなる正三角形植栽が一般的に行われている。

表 3.3.2.2 植栽間隔と植栽本数（正三角形植栽）

苗間 (m)	列間 (m)	1 本当たり面積 (m ²)	植栽本数 (本/ha)	植栽本数 (本/畝)
1.0	0.87	0.87	11,547	771
1.5	1.30	1.95	5,132	343
2.0	1.73	3.46	2,887	193

a：苗間 (m) b：列間 (m) S：1 本当たり面積 (m²) A：植栽面積 (m²) N：植栽本数 (本)

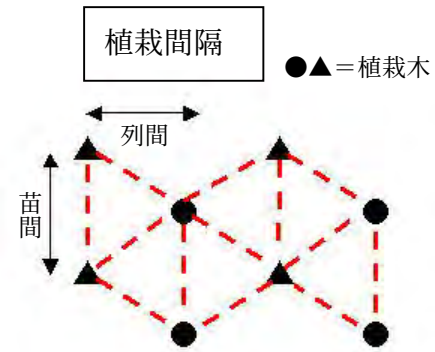
$$b=0.866a \quad S=a \times b \quad N=A/0.866a^2=1.1547 \times A/a^2$$

面積 1 ムーに苗間 1.5m で植栽する場合の本数

$$N=1.1547 \times 667/1.5^2=342.3 \quad 343 \text{ 本}$$

(4) 法制度

植林に関する法律の整備状況は国によって様々である。中国では、森林資源の保護育成、合理的利用、罰則も含めた森林・林業の根本的な法律である森林法を始めとして、苗木の生産や経営、管理について定めた種子法や林木種子生産経営許可証管理法、農業生産や山地利用を制限し、土地を森林に戻すことを目的とした退耕還林条例などがある。事業を実施する国の法制度を確認し、樹種の選定から苗木の生産、植栽木の将来の利用形態まで考慮して計画する。



(5) 全体計画、年次別計画

防風林を設置する全体の面積や必要な苗木本数を積算した後に、年次別に設置面積、苗木本数、苗木が購入できない場合は苗畑の設置、苗畑の設置・管理に必要な人件費や植栽費等を計算する。

3.3.3 苗木生産

(1) 目的

乾燥・半乾燥地域で植林を実施する場合、植栽する際に、苗畑から植栽する現地まで運搬する際に乾燥が苗木に与える影響を考慮すると、現地で苗木の生産を行うことが望ましい。また、現地で苗木を生産することは防風林の設置時だけでなく、その後の補植や世代更新に役立てることができる。

(2) 種子・挿木苗の採取

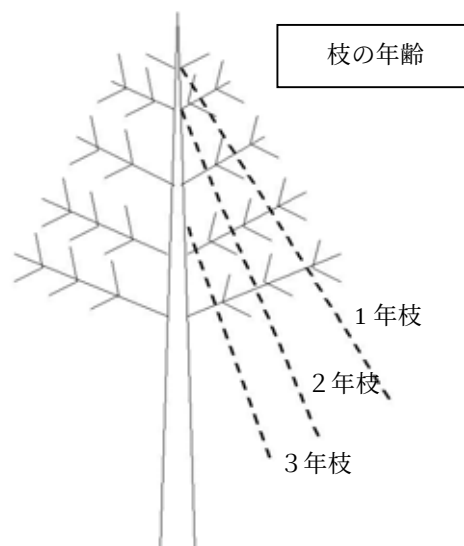
1) 種子

種子が成熟する時期を見計らい採種する。同じ場所に生育し、同一樹種であっても全て健康な種子を付けているとは限らないので、樹形や形質がよく、種子を多く付けている木を親木とする。

採取後は、虫食いの種子などを取り除いてから日陰で 2～3 日乾燥させてから水の中に入れて選別する。水に浮かぶ種子は不良であるので取り除き、それ以外の種子を乾燥させて、風通しの良く温度変化が少ない冷暗所で保存する。

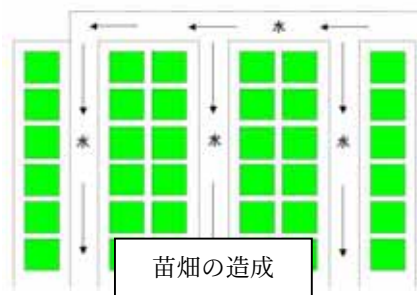
2) 挿木苗

挿木苗は、親木から枝を切り取って（挿穂）、苗畑に差し込んで苗木に生長させる。種子の採取と同じように挿穂は樹形や形質がよい木を親木とする。枝は 1～3 年枝があり、発根は 1 年枝がよいが、切り口が腐りやすいため 2 年枝の部分を多少加えて利用する。挿穂を取る位置は親木の下部から取ったほうがよく、日が当たる側の枝よりも日陰側の枝が発根する力が強い。20～30cm の長さで採取し、すぐに水につける。植栽までの期間が長いと活着率が落ちるので、採取してから 1 週間以内に苗畑に植栽を実施する。



(3) 苗畑の設置

根が生長しやすいように耕起（20cm 以上）し、整地を行う。方形に畝で区切り、水路から流入した水が順次行き渡るように整備を行う。



(4) 育苗方法

1) 播種

筋条に播種を行い、種子が隠れる程度に覆土する。ボーダー灌漑により灌水する場合、水の勢いで種子が流される可能性があるため、2～3cm の深さに播種する。

2) 挿木苗

親木からの採取後、期間をあけずに苗畑に植栽する。植栽の深さは、挿木苗全長の30～40%とする。

3) 灌水および苗畑管理

播種、挿木直後の初期は2日に1回の灌水を行い、活着後は苗木や土壌の乾燥状態を確認しながら5～7日おきに灌水を行う。種子が水で流れないように、区画に水を溜めるように、徐々に灌水する。苗畑が圃場に近い位置に設置してある場合、水と同時に圃場の作物の種子や、雑草が入りやすくなる。雑草の処理が苗木の生長に影響するので、雑草の除去は頻繁に行うようにする。

(5) アルタイ市アラハク郷における育苗

アルタイ市アラハク郷において、苗畑を設置して育苗試験を行ったので、挿木苗の結果を参考として報告する。植栽密度は15～50本/m²で実施した。

表 3.3.3 挿木した樹種

樹 種	学 名	和 名	活着率(%)
黒 楊	<i>Populus nigra</i>	ヨーロッパクロポプラ	29
銀白楊	<i>Populus alba</i>	ウラジロハコヤナギ	38
紅 柳	<i>Tamarix ramosissima</i>	ギョリュウ	36

楊種や柳種は挿木による生産が実施しやすいとされているが、この結果からも確認できた。また、この調査では苗木の活着率の推移は、4月～6月まで徐々に下がり、7月以降の変化は無かった。このことから、植栽してから2～3ヶ月の間の灌水や除草に注意すれば、生産率をさらに高めることができると考えられる。

3.3.4 植栽の実施

(1) 植栽の時期

植栽の時期は、気候条件と苗木の生理条件が整った時期に実施する。乾燥地においては植栽可能な期間が短いので、適期に植栽できなかった場合は植栽後の活着率に大きな影響が出る。そのためにも事前に十分な準備が必要である。

中国においては春植栽（3月下旬～4月下旬）と秋植栽（9月下旬～10月中旬）が実施されている。春植栽は気温が上昇すると凍結していた土壌が融解するので、植栽に適した状態となる。秋植栽は苗木が生長する時期ではなく、土壌も乾燥により固結している。植栽する前に、土壌を柔らかくするために灌水する必要があるが、翌春の発芽が早いことや、春先の乾燥に対しての耐性がある。

(2) 植栽の実施

1) 整地・畝作り

地表に凹凸があると、灌漑による灌水は部分的に集中して流れるので、できるだけ地表を整える。

また、畦間灌漑やボーダー灌漑を行うには、防風林に畝を作る必要がある。幅 50cm 程度、高さ 20～30cm の畝を作り、10～20m 毎に区割りする。

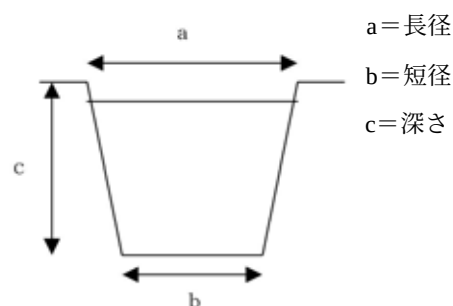
防風林の畝



2) 植栽穴

樹種によって大きさは異なるが、長径 30～50cm、短径 20～40cm、深さ 30～50cm の穴を掘る。植栽する間隔の長さに切った棒などを利用し、間隔を確認しながら植栽する場所に印をつけていくと効率的に行うことができる。

植栽穴の形状



3) 苗木の選定・運搬

苗畑で苗木を掘り取ってから、植栽するまでの取り扱いが活着率や植栽後の生長に影響する。苗木を健全な状態に保つことが重要である。

(a) 苗木の選定

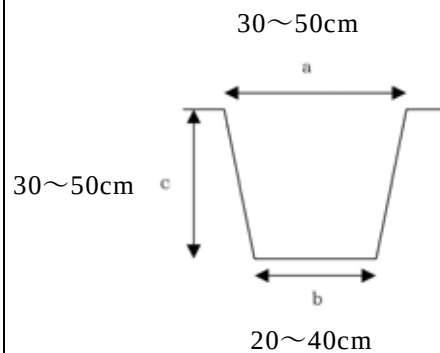
苗畑で生産された苗木にもそれぞれ生長に差がある。植栽後の生長を考慮すれば、高さがある苗木よりも、根元直系が太い苗木であるほうが乾燥地のような厳しい環境に耐える力を持つ。また、生長不良の苗木は植栽しても枯死する可能性が高いので廃棄する。

(b) 運搬

苗木を運搬するにあたっては、苗畑から掘り取る際にある程度の土を根につけたままにしておく。根の乾燥を防ぐと同時に、運搬する際に根に傷がつくのを防ぐ効果がある。車載する場合は、ポット苗は転倒して土がポットからこぼれる可能性があるのもで確実に固定する。裸苗は荷台全体に薦、またはビニールシートをかぶせて苗木の乾燥を防ぐ。

4) 植栽手順

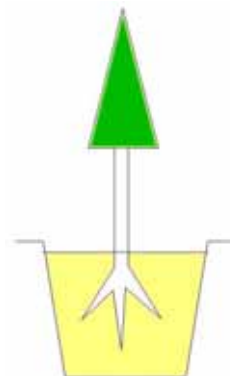
①植栽穴を掘る。(樹種によって大きさは変わる。)



②苗木の根を広げて土をかけ、苗木をゆすりながら土と根をなじませて、よく踏む。



③水が溜まるように地上部を少し下げる。



④根元に刈草や石を敷き（マルチング）、乾燥を防ぐ。



留意点：植栽は植え付け穴掘りから苗木を植えるまでスムーズに進めなければならない。特に苗木の現場への搬入から植えるまでに間隔が開いてしまったり、根を乾燥させてしまうと活着に大きな影響を与える。

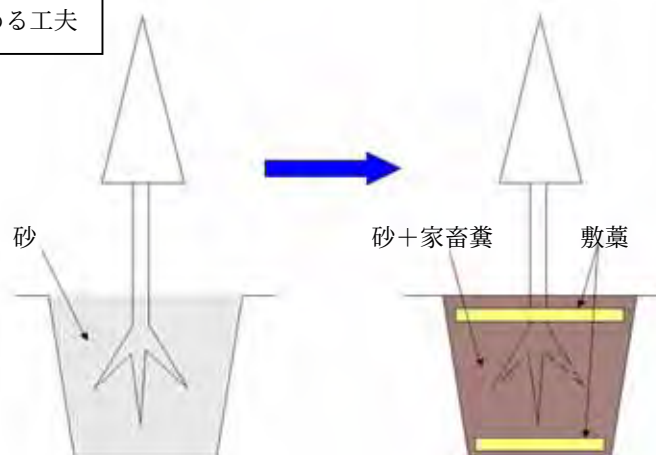
また、根の生長を促すためには、根を広げて土と十分になじませることが必要である。根を丸めて植え穴に押し込むような植栽は活着を悪くする。

土を必要以上に強く踏みしめた場合も根の生長を妨げる。根が生長するにはある程度の空隙が必要であり、特に沙棗(*Elaeagnus angustifolia*)のような根粒を持ち、窒素固定を行う樹種にとっては、その効果の発揮を妨げることになる。

5) 水を有効利用するための工夫

乾燥地では、利用可能な水資源を効果的に利用する、あるいは土壌の保水力を高める工夫を行うことが植栽木の活着率を高めることになる。例としては、植栽する際に植栽穴の底や地表付近に藁を敷くと、土壌の保水力を高めたり、蒸発を抑えたり、藁はそのまま肥料にもなる。また、中国国内でも、雨を集水して利用することや、秋の余剰灌漑水の植林への利用などは既に試みられている。

保水力を高める工夫



(3) 植林の実施主体

一般的に定住地における圃場の防風林の整備は春、あるいは秋に行政や病院の職員、学生などによる義務植林によって行われており、圃場管理者である農牧民は行わない場合が多い。しかし、圃場を守るための防風林の健全な育成のためには、防風林の受益者であり、管理者でもある農牧民自らが実施主体となり植林を行うことが望ましい。また、地域における防風林を育成していくためには、農牧民個々の管理だけでなく、組織的な管理が必要になる。

参考：アルタイ市アラハク郷においても防風林の植栽は義務植林で行われていたが、アジア地域砂漠化防止対策調査では、調査地における植栽は農牧民自ら実施することとした。その後、アラハク郷においては、圃場の防風林についての植林は全て農牧民自ら行うこととなり、アラハク郷政府と農牧民との間で防風林の管理契約を結び、防風林の管理責任はすべて農牧民にあるとして責任の明確化をしている。

3.3.5 防風林の管理

(1) 目的

植栽後に健全な防風林を育成していくためには、適切な管理を実施していかなければならない。定期的な灌水、枝払いや本数調整のための間伐、家畜の食害から植栽木を守るために柵を設置することも必要である。管理を実施していくためには、地域の農牧民全体の防風林に対する共通認識が重要であり、そのためには農牧民個々の自発的な管理が必要である。また、防風林に果樹を植栽することや、間伐木の販売などにより経済性を持つことは、防風林の管理に対するインセンティブと成りえる。

さらに地域的な管理につなげていくためには農牧民個々の管理では不十分であり、組合的な組織管理が必要となる。防風林の組合ではなくとも水利組合等との連携により組織的な行動が可能となる。

(2) 管理作業

1) 灌水方法

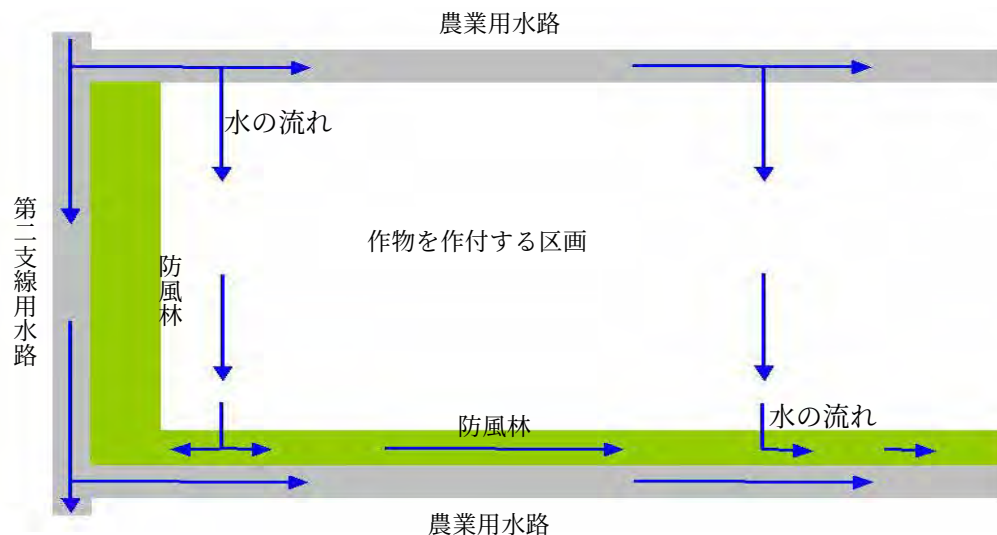
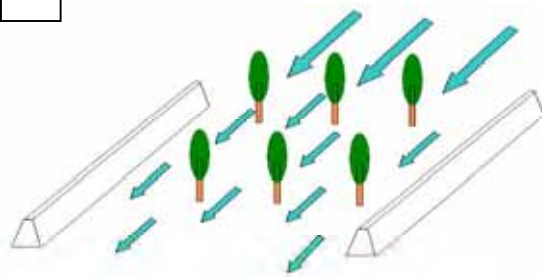


図 3.3.5.1 アルタイ市アラハク郷における防風林の位置

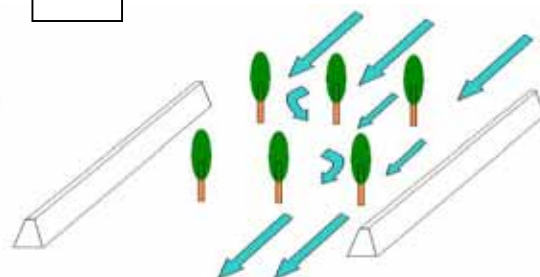
防風林は植栽後の管理が重要である。特に植栽してから 2～3 ヶ月間の初期灌水は 5～7 日の間隔で適切に行い、植栽木を確実に活着させることができれば、その後の防風林は健全に生長する。

防風林灌水は、部分的に水が流れるのではなく、防風林全体に水が行き渡るように灌水する。

良

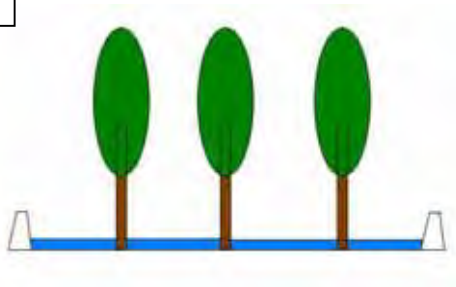


不良

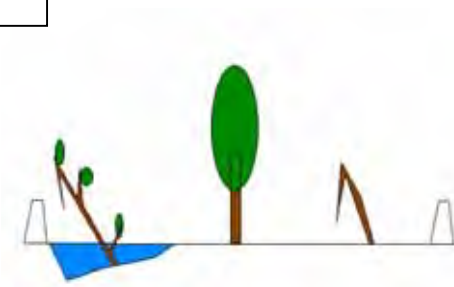


最初は防風林全体に行き渡るように灌水していても、灌水を繰り返していくと畝が壊れたり、水みちができて侵食する。定期的な点検と修理を行う必要がある。

良



不良



2) 第二支線用水路沿いの防風林灌水

農業用水路沿いの防風林は、作物の灌水時に余剰水が流れ込むため、灌水が容易である。しかし、第二支線用水路沿いの防風林への灌水は作付け場所と区画が分かれているため、特に意識して灌水する必要がある。

①取水箇所

第二支線用水路沿い近くに取水口を設けると、水の勢いが激しくなるため、防風林隅々まで灌水することができない。さらに、地表を侵食してしまい、その後の灌水が困難になるおそれがある。そのため、防風林から 10～20m 離れた箇所で取水口を設ける。また、防風林灌水は作物灌水同様、ゆっくり時間をかけて灌水することが望ましい。

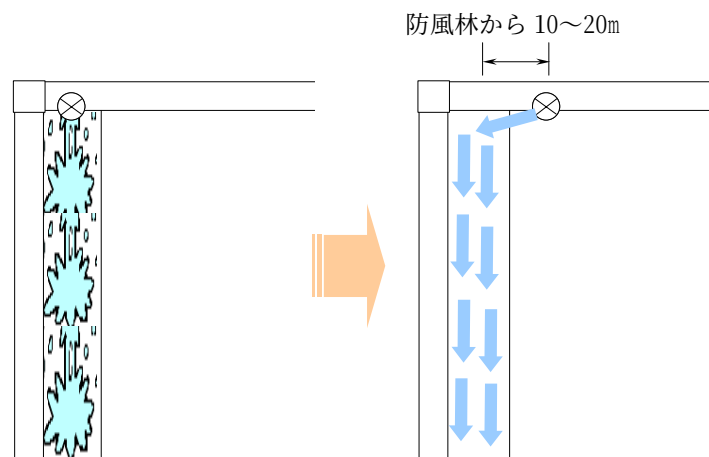
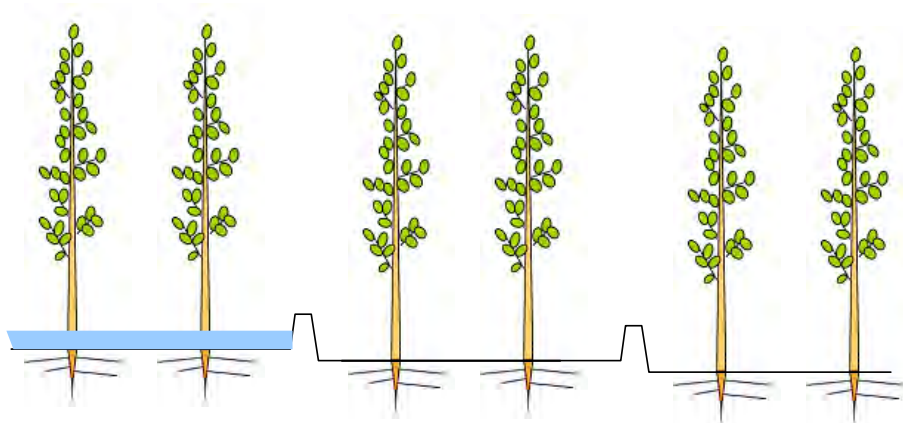


図 3.3.5.2 防風林と取水口の位置関係

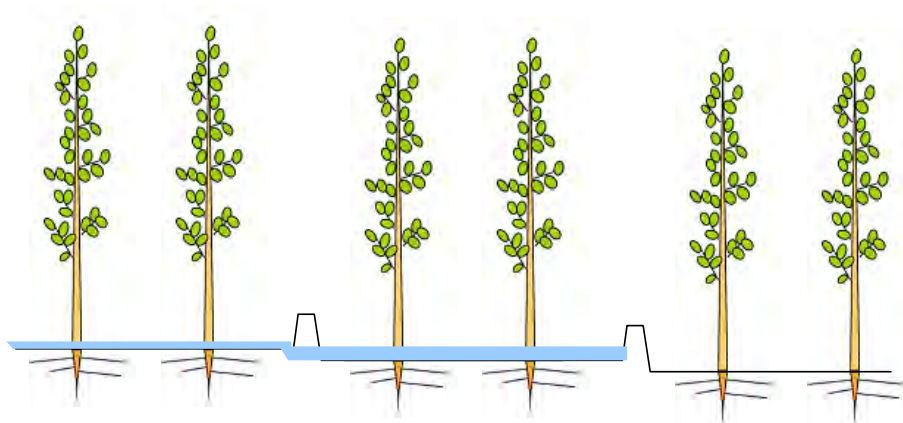
②灌水手順

1 区画目を灌水し、十分に水を滞水させた後に畝を一部切り 2 区画目に灌水する。その後順次灌水する。畝を切る場所は地形が高いところから行う。

1 区画目



2 区画目以降



③灌水間隔

作物と防風林に同時に灌水を行うことが効率的であることから、5～7日の間隔で実施するのが適当である。

(3) 植栽木の生育状態の診断

1) 目的

防風林を健全に育成するには、植栽木の生育状態を判断し、さらに防風林全体の状態を捉え、現在の管理の良否を判断する必要がある。

また、植栽木それぞれの生育状態を調べて、防風林全体の活着率などを示した簡単な図面を作成し、現地の地形と照合することで、水が行き渡りやすい箇所、そうでない箇所を判別できる。それに現状の管理の仕方を併せて総合的に判断し、防風林が常に健康的な状態を保つようにする。

2) 生育状態の診断

植栽木の生育状態は、主に4種類で判断できる。

表 3.3.5.1 生育状態のパターン

状 態	内 容
①正常	植栽木の先端まで葉がついている状態。
②先枯れ	植栽木の主幹が途中で枯れている。(幹の下部 50cm 以上が生存)
③萌芽	植栽木の主幹がほとんど枯れており根元から萌芽している。
④枯死	完全に枯れている。
※家畜による食害	幹の周囲を剥かれる。枝は千切られるように食害を受ける。

防風林の管理が悪ければ、植栽木は①の状態から徐々に④の状態に向かう。③の状態になると、その後の植栽木の健康的な生長は見込めず、補植が必要となる。常に防風林の状態を注視し、①もしくは②の状態を保つよう努める。

留意点：林帯に枯損した箇所がある場合には枯損箇所から風や砂が入り込むことにより作物の生長に影響を与える。そのため枯損箇所には速やかに補植を行う。ただし、植栽後5年以上経過した林帯への補植は補植苗木が先行の植栽木に被圧される恐れがあるので、現地の状況を見極めて実施を判断する。

家畜による食害は個々の管理で被害を防ぐことは不可能なので、地域全体の取り組みにより圃場には家畜を入れないといった取り決めや柵の設置など、農牧民だけでなく行政も一体となった取り組みが必要となる。

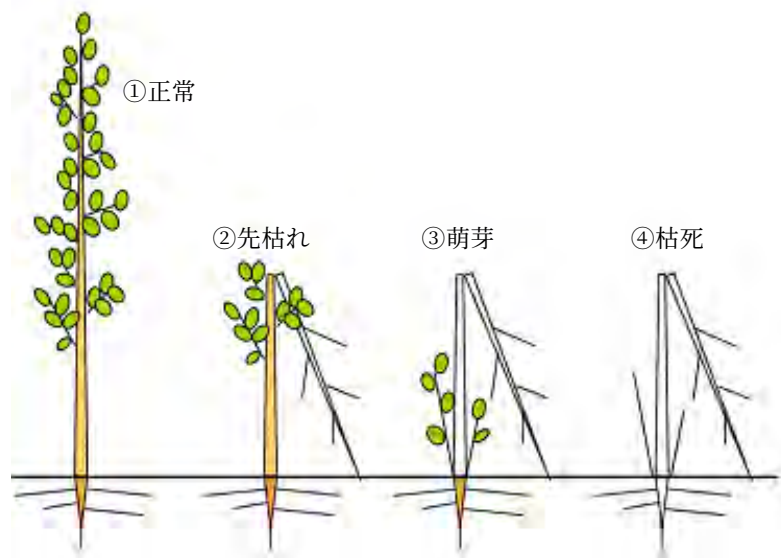


図 3.3.5.3 植栽木の生育状態

3) 防風林の診断

防風林を 20～30m毎に区画を区切り、植栽木を前述の①～④の生育状態で判断し、それぞれの区画ごとに割合を記録する。アジア地域砂漠化防止対策調査で行った活着率の調査を例として記載する。

1つの圃場に 15 の区画を作り、①～③を生存、④を枯死として、活着率の数字によって図柄を変えて表示した。圃場全体で実施し、結果は、生存 72.3%（正常 58.8%、先枯れ 7.5%、萌芽 6.0%）、枯死 27.7%であった。この数字を元に、アラハク圃場全体の活着率を図に示す。

活着率の数字によって図面を色分けすることにより、防風林の生育の傾向が判別できる。この図面では、第二支線用水路沿いの防風林に活着率が悪い圃場がいくつかあると判別できるので、管理の指導を行う者は、現地で地形の問題、管理者からの現在までの管理方法等の聞き取りなどを行い、防風林全体の対策・改善方法の検討を行う。



図 3.3.5.4 防風林の区画割

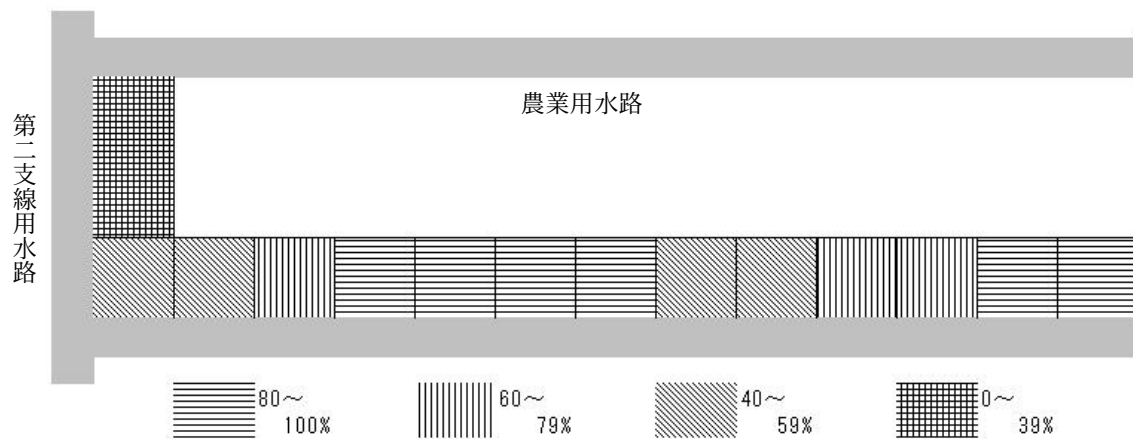


図 3.3.5.5 活着率別表示

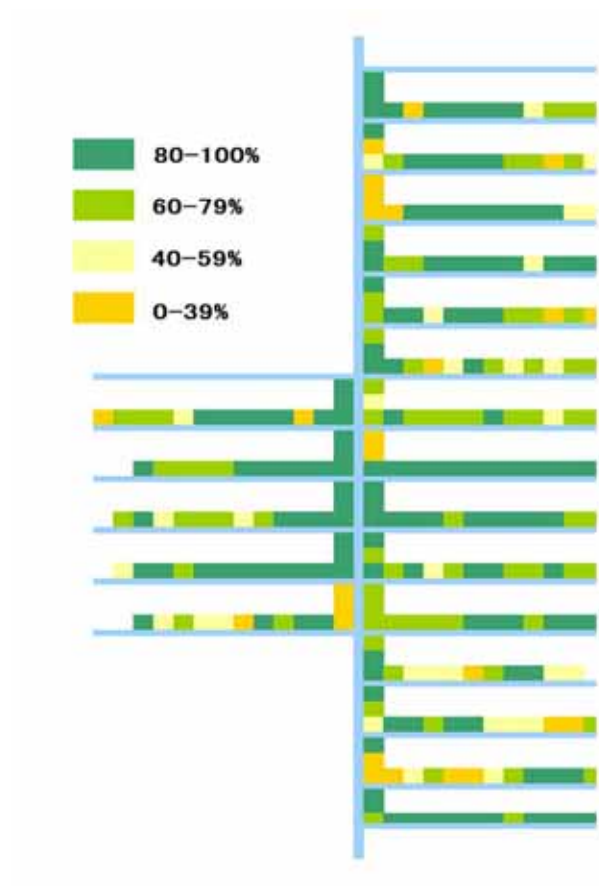


図 3.3.5.6 アラハク圃場全体活着率

4) 間伐

防風林が生長していくにつれて、植栽木は競合するようになる。植栽当初の本数のままであると樹高、樹冠は生長するが、幹の生長は鈍くなる。その結果、樹冠の空隙が減少して壁のような状態になる。外見は防風効果が高いように見えるが、このような状態は防風効果の範囲が狭まるなどの逆の効果が発生する。

また、高木と中木、あるいは高木と低木を組み合わせた場合は、植栽当初の本数のまま生長すると中木、低木が高木により被圧されるので生長不良、あるいは中・低木を被圧している高木の一部を伐採して植栽密度を調節することにより競争を緩和し、防風機能の向上を図ることができる。

黒楊などの高木種であれば、樹高 15m の時点で約 1,500 本/ha（株間 2.5～3m）の密度に仕立てる。



5) 家畜対策

乾燥地の植林では、乾燥による枯死に注意が必要だが、放牧や遊牧による食害に注意しなければならない。特に羊・山羊による樹皮の剥皮が重大な被害を及ぼす。中国においては、家畜の移動する際に食害が発生する。

対策としては防護柵の設置や忌避剤があるが、全ての防風林で実施するのは困難である。圃場全体を禁牧にすることや植栽木に有刺植物を利用すること、農牧民に食害に対しての意識啓蒙を図るなど、農牧民と行政が一体となって取り組む必要がある。



(4) 管理へのインセンティブ

1) 目的

防風林の育成には、適切な管理が必要である。しかし、防風林は森林法において防護林に含まれており、経済林と異なり、収益を目的としていないことから農牧民の防風林に対する管理意識は、圃場作物より不足しているように見受けられる。農牧民の自発的な管理を促すには、防風林に経済性を持たせることが有効である。

2) 間伐材の利用

中国において防風林の皆伐は禁止されているが、管理施業としての間伐は認められている。前述の通り、間伐は植栽木の健全な生長には必要な管理であり、間伐木は薪や防護柵、楊種や柳種であればパルプ材や家具材としても利用できる。

間伐は農牧民個々で行うよりも、組合などにより組織的に行うことで材を集約することができる。また、実施に当たっては過剰伐採にならないように密度調整に対する注意が必要である。

3) 林間作物

防風林と作物を混植し、防風効果に加えて食料あるいは飼料生産を行うことができる。また、林間作物は表土の流出を抑えたり、蒸散抑制などの水資源の有効利用を図ることができる。アルタイ市アラハク郷では、防風林にハミウリを植栽し、水を有効利用している例も存在する。

また、調査地においては、林間にアルファルファを植栽し、林間作物を実施していない圃場と比較して初期灌水に対する意識の向上や、昨年度の平均活着率 64%に対して 75%を示す活着率向上の結果を得た。



林間のアルファルファ

3.4 圃場管理カレンダー

別紙に、農牧民が行う作業行程を圃場管理カレンダーとして示す。

圃場管理カレンダー



第4章 組織的活動

農牧民が、持続的な農牧業経営を実施していくためには、適切な営農技術の習得のみならず生活改善、さらには環境全般に対する意識改革を行っていく必要がある。こうした技術等の習得では、通常、地域の行政機関による役割が大きい。しかし、多くの場合、財政的な事情等からそうした機会は少なく、また、指導・普及にあたる技術員の数も限られており、十分な対応とならない場合が多い。

したがって、技術の受け手である農牧民としても、常に受身ではなく、互いに技術の向上を目指すよう対応する必要がある。特に、定住化によって多数の農牧民が集合して居住することになれば、お互いの意見交換は容易となる。さらに、グループ化等による組織的活動が行われれば技術等の向上は、より効果的・効率的に行われることが期待できる。

ここでは、アルタイ市アラハク郷における調査において実施した、行政機関による技術指導ならびに農牧民の組織的な活動を促す取り組みについて述べる。

4.1 営農指導

4.1.1 目的

営農指導は、農牧民が営農技術を習得し、持続的な農牧業経営を行うことや、定住地におけるより良い生活を営むこと、さらには、自然草地の適切な活用に対する意識改革を図るために、地域の行政機関や先進農民等によって行われるものである。

4.1.2 営農指導の方法

営農指導の方法としては、通常、先進地視察、講義による研修、現場における実地研修、ワークショップによる意見交換等が用いられる。それぞれの方法は、指導側、受講側の状況等に応じて選択される。

この場合、営農指導の目的は、広く技術等を普及させることを目的としていることから、より多くの受講者を対象として実施させることが効果的・効率的といえる。また、ワークショップでは、受講者側の問題点、問題意識が浮かび上がることから、指導者側にとっても有意義な方法といえる。ここでは、各営農指導方式の特色について述べる。

(1) 先進地視察

先進地視察は、受講者にとって有効な技術が体感できるメリットがあり、極めて効果的といえる。この方法では、費用の問題や、旅行気分に参加することを抑えるため極力対象とする技術に関心がある受講者を集めることが望ましい。また、1回の視察でのテーマは効率性を考慮しても2から3つまでに絞ることが望ましい。

(2) 研修会

受講に不慣れな農牧民などを受講者とする場合、研修会は最も一般的な方法である。この方法の場合、多くの受講者は既に農牧業を営んでいることから、経験的な知識は持ち合わせている。したがって、そうした受講者に対し、これまでの農作業を理論的に説明してあげることが重要である。けっして、知識のない者として扱わないようにする。したがって、出来るだけ、数字によるデータを示すよう、可能であればパワーポイント等を用いビジュアル的な説明資料を用いると、受講者の関心が高まる。

(3) ワークショップ

各地域の営農環境は、類似の作目栽培、家畜飼養を行っていても、それぞれ大きく異なる。それは、近隣の地域においても、自然環境や財政状況等の違いにより、そこから生じる課題は違ってくることによる。

そうした地域の指導機関にとっては、自らの地域が抱える課題は十分承知しているものといえる。しかし、財政力の乏しい場合、とかくそうした課題を理解していることのみが重要視され、問題解決への取り組みがなされていない場合が多い。こうした状況を解決するための方法として、ワークショップが有効な方法のひとつである。ワークショップは、多様な立場にあるメンバーが参加することにより、行き詰っている状況を踏まえた議論の中から、新たな問題点を浮かび上がらせたり、問題解決の方法を導き出せる。

しかし、この場合、議論があまり拡散しないようにすることも考慮し、参加人数、メンバーを十分考慮する必要がある。

(4) セミナー

対象者が農牧民ではなく地域の技術者を対象とした場合は、ワークショップとともにセミナーにより技術の移転を行う。セミナーでのテーマは、現地で実証した内容を中心とし、一部は先端的な技術の紹介を行う。この場合、現地実証内容については、共に活動したカウンターパートによる発表が発表者のみならず参加者にとっても身近な問題として認識させる効果が高い。

また、節目のセミナーには、普段参加することが少ない行政機関の上層部も参加するよう促し、現場の認識を新たにさせることが重要である。

(5) アンケート調査

研修会等では、参加した農牧民を対象にアンケートを実施することが効果的な取り組みとなる。アンケートでは、多数から技術の定着度や今後の営農に対する意向等を把握できることから、指導側にとっての貴重な情報となる。

その結果は十分分析し、今後必要となる活動のテーマを導き出すようにする。アンケートを実施する場合、質問事項は極力具体的なものとし、不明な点が指摘された場合は、十分説明を行い参加の意欲を次につなげるようにしなければならない。

4.2 組織的活動

定住地において持続的な農牧業を行っていくうえでは、個々の農牧民がそれぞれ個別に営農活動するのではなく、組織的に活動することで活動の成果が効果的なものとなる場合がある。

特に、新規定住により新たな営農活動、生活を行っていく場合、技術や知識の習得のみならず共同作業による労力の提供、機械の共同利用による経費節減、灌漑のための水管理における作業の効率化・共同意識の醸成等多様な効果が望める。

4.2.1 組織的活動を促す取り組み

住民が組織的に活動することは、その地域の伝統、文化、風習等多くの要因が関与することから、一様に行うことは極めて難しい。したがって、取り組みにあたっては、そうした文化的背景等を十分考慮するとともに、地域内の社会関係、政治状況等をあらかじめ把握したうえで組織化に取り組む必要があり、地域事情に精通している地域の行政機関、世話役等を介した対応が必要となる。

また、こうした活動を円滑に進めるためには、情報の伝達が非常に重要である。特に、通信手段が十分波及していない場合、村長等の世話役が連絡役として尽力する場合が多いが、地域活動を醸成していくためには、掲示板、回覧板等による連絡体制をとることも効果的なものとなる。

4.2.2 家庭菜園の取り組みによる女性の組織的活動の醸成

本地域の多くの牧民が、健康、教育等の問題から定住を希望していることは、アンケート調査の結果からも明らかである。特に、女性にとっては、子供の病気、教育に対する不安の解消、過重な労働からの解放につながり、定住化によってもたらされる効果は大きい。さらに、集居型の定住地における生活への変化は、それまでの遊牧の場合のように、家族単位での生活とは異なり、集団としての生活を生かし、より良いものとなる可能性を持っている。そうした生活を円滑にするためには、グループ化による何らかの活動を介した取り組みを行うことが有効といえる。

なかでも、定住化に伴い女性の多くは、住居周りの土地や余剰となった時間を有効に使いたいといった希望があり、特に、家庭菜園の取り組み希望は多い。

こうした状況を踏まえ、家庭菜園の取り組みが、グループ化を促し集団生活を進めるうえでの一助となる。

アルタイ市アラハク郷の定住地においては、女性委員会が組織されているが、組織的な活動実態は少ないことから、本調査において家庭菜園の取り組みを介して、グループ活動を行った。

留意点：

- ・地区の女性委員会等の組織を活用する。
- ・地域の指導機関から女性の担当者を介在させる。
- ・地道ではあるが、確実に効果が上がるような取り組みに限定する。
- ・フード・フォー・ワーク的な取り組みにならないよう、自己負担をさせる。
- ・有志による活動であり、規約の制定まで行う必要はないが、参加者が多数となった場合は、グループ化し代表者を決める。

フード・フォー・ワークとは、あるプロジェクト等において人々（多くはプロジェクトの対象住民等）が何らかの労働に携わったときにその対価として食糧を配給するものである。地域において災害等が発生したとき、緊急的な支援プロジェクト等を実施する際に良く活用される取組である。

4.2.3 機械の共同利用

(1) 目的

一定の広さの農地における農作業を効果的・効率的に行うためには、農業機械を利用することは避けられない。その場合、個人による過剰投資を防ぐためには機械の共同利用が極めて有効となる。一方、農作業は限られた期間内で実施する必要があり、保有する機械台数も限られることから、共同利用する場合は、規約等を定め利用に関する取り決めを定めておくことが大切である。

なお、機械の借り上げ、請負耕作等も機械への投資を抑制する手段として活用すべきである。ここでは、アルタイ市アラハク郷における貯蔵飼料としてのサイレージ調製を希望する農牧民の、機械の共同利用への取り組みについての事例から、留意事項等について紹介する。

(2) 機械利用の現状把握

地域の農牧民の機械保有状況や、借り上げ、賃耕等状況を把握し、対象とする機械作業を共同化する場合の有効な取り組み方法を考える。アルタイでの事例では、多くの定住牧民は、汎用性のある小型のトラクターを保有し、アルファルファの刈り取り、反転集草、運搬等の作業に利用している。しかし、年間に1回程度しか利用しない播種機等の機械については、近隣の農牧民や郷保有の機械を借りて作業している。

(3) 作業手順と必要機械の把握

機械の共同利用にあたっては、一連の作業工程を確認し、どの作業を共同で対処するのかを決める。当地域におけるトウモロコシサイレージ調製は、地下掘り込み式のトレンチサイロを利用することが多く、次の表に示す作業と機械が必要となる。利用機械としては、トラクターと細断機のみである。このうち、共同利用の対象となる機械は、細断機であり、動力は各自のトラクターを利用することとした。

	刈り取り	積み込み	運搬	細断・詰め込み	踏み込み
動力	トラクター（人力）		トラクター	トラクター	トラクター（馬）
作業機				細断機	
その他		人力	人力	人力	人力

留意点：

- ・機械の共同利用にあたっては、機械の共同利用に関する規約を策定し、機械の保管場所、管理責任者、利用者の範囲、利用方法、維持管理等について取り決めておく。
- ・サイロ詰めなど多数の労力が必要な場合、グループ構成員による共同作業を主とし、これらの作業を通じて技術向上を図る。

＜参考＞アルタイにおける農業機械の共同利用の実績

アラハク地区において、サイレージ調製用細断機の共同利用の取組が始まった。サイレージ調製を行う農牧民が3人で1グループとなり、計4グループが結成された。

なお、サイレージ調製用細断機の共同利用に関する規約は以下のとおりである（氏名はA～Cで代用）。

農業機械の共同利用に関する規約

（目的）

第1条 この規約は、A氏、B氏、C氏が保有し共同で利用する農業機械の適正な管理及び円滑な運営を図るため、必要な事項を定めるものとする。

（機械）

第2条 機械は、サイレージ調製用細断機1台とする。

（機械の保管場所）

第3条 機械の保管場所はA宅とする。

（管理責任者）

第4条 機械の管理責任者は、A氏とする。

（利用者の範囲）

第5条 機械の利用者は、A氏、B氏、C氏（以下「共同利用者」という。）とする。ただし、共同利用者以外の利用者については、共同利用者の協議を経るものとする。

（利用方法）

第6条 機械の利用方法については、共同利用者が円滑に利用できるよう協議して決定する。

2 共同利用者は、常に最善の注意をはらって機械を利用するものとする。

3 共同利用者は、機械の利用中に故障等が発生したときは、直ちにA氏に報告し、その指示に従うものとする。

4 機械の故障等による修理代金については、共同利用者の利用状況を勘案し、按分により負担するものとする。なお、故意又は重大な過失により損害を与えたときは、当該共同利用者の負担により原形に復するものとする。

5 機械を使用した者は、使用内容を明確にし、A氏に報告しなければならない。

（雑則）

第7条 この規約に定めなき事項については、共同利用者の協議により決定する。

附則 この規約は、2005年9月12日から施行する。

4.2.4 農畜産物の共同販売

（1）目的

多くの場合、生産者は、仲買人を介して農畜産物を販売する。しかし、その価格は、商人側の買い手市場の状況にある。こうした生産者にとって不利な条件を克服する手段として、一定の市場規模や流通インフラが整った状況にある場合、共同販売という方法がある。農畜産物の共同販売は、販売に関して同じ考えや戦略を持つ者が集まり、収入向上を図ることを目的として取り組まれる。この場合、単に販売を一元化するといったものから、生産、飼養管理までも視野に共同化するという幅広い取り組みが

考えられる。こうした取り組みでは、地域の共同販売の経験の熟度等を考慮し、無理のないような計画とする必要がある。また、こうした取り組みの場合、農牧民だけではなく、必要に応じて行政機関の支援を得ながら進めていくことも大切なことである。

ここでは、アルタイ市アラハク郷において、肥育に取り組む農牧民が羊を共同販売した事例を基に、取組に当たっての留意事項等について紹介する。

(2) 共同販売の現状

共同販売の取り組みは、地域内で一定の規模で生産される作目がある場合に有効である。しかし、そうした地域でも、農牧民は家族経営による営農を基本としている場合が多く、共同販売の取り組みは、周辺の経済環境、流通体系等がある程度醸成されてから行われる事が多い。したがって、そうした状況、情報の把握には、地域の行政機関の支援を求めることが効果的である。

留意点：

- ① 共同販売を行う場合、多様なリスクを考慮し確実に有利性が確保できるのか、その可能性について十二分に検討する。
- ② 対象品目の小売価格や市場が求めている商品内容等についての市場動向を把握する。
- ③ 共同販売に取り組む者は、現状の営農技術水準等を十分把握し、技術水準を平準化するよう努力する。
- ④ 共同販売に取り組む者は、飼養技術の向上だけでなく、販売戦略等についても検討を続ける。

＜参考＞アルタイにおける羊の共同販売の実績

1頭当たり 体重(kg)	販売価格 (元/kg)	通常の価格 (元/kg)	価格差 (元/頭)	1車搭載頭数 (頭)	共同販売による 利益差(元)
35	7.6	7.4	7	100	700

4.2.5 連絡手段

集居型の定住地といえども、定住農牧民の横の関係は希薄である場合が多い。これは、大家族単位での生活が基本である遊牧の伝統から来るものであり、簡単には変わらないものといえる。しかし、一旦定住化した場合、近隣者との関係はこれまでよりも密接とならざるを得ない。

特に、営農成績の差により生活状況の差が明確になることが多くなることから、技術向上に向けた関心は高まるものといえる。そのための技術講習をはじめ、生活改善に向けた定住者間での会合は今後一層もとめられる。こうした場合の連絡手段として、携帯電話の普及もそれ程高くない場合、掲示板や回覧板による広報は、効果的なものといえる。

4.3 水管理組織の設立と運営

水利用施設は共同で利用するものであり、その運転や維持管理には一定の経費が必要であり、これらは利用者が負担しなければならない。このため、こうした施設の管理や運営を行う目的で、利用者である農牧民で構成する組織（水管理組織）の設置が求められる。

一般的に、水利用・管理方法については行政側で制度が決められているものである。この制度を農牧民に伝え、周知徹底されるよう広報する必要がある。また、水利用・管理ルールの詳細事項は、実際の運用を始めた後、その実態に即して、農牧民の話し合いに基づき修正する。

下図は、アルタイ地区アラハク実証圃場内での水管理体制系統図を表したものである。水管理組織は、水管理ステーションと農牧民との間に設けられた上で運営されていくことが望ましい。

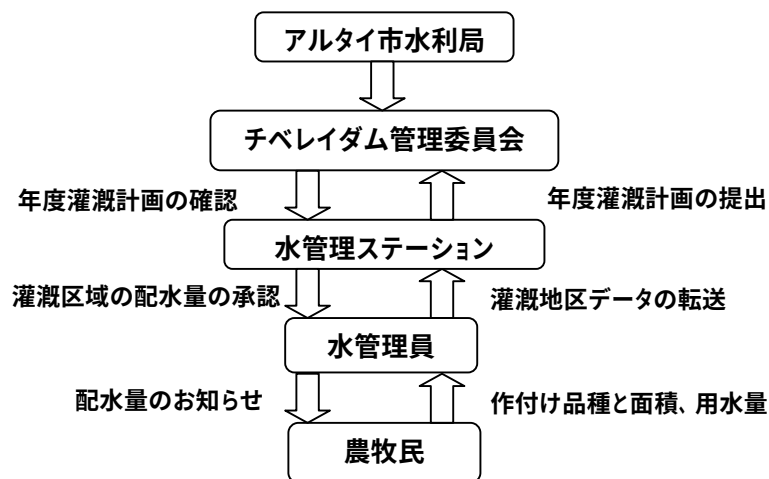


図 4.3 アラハク水管理体制系統図

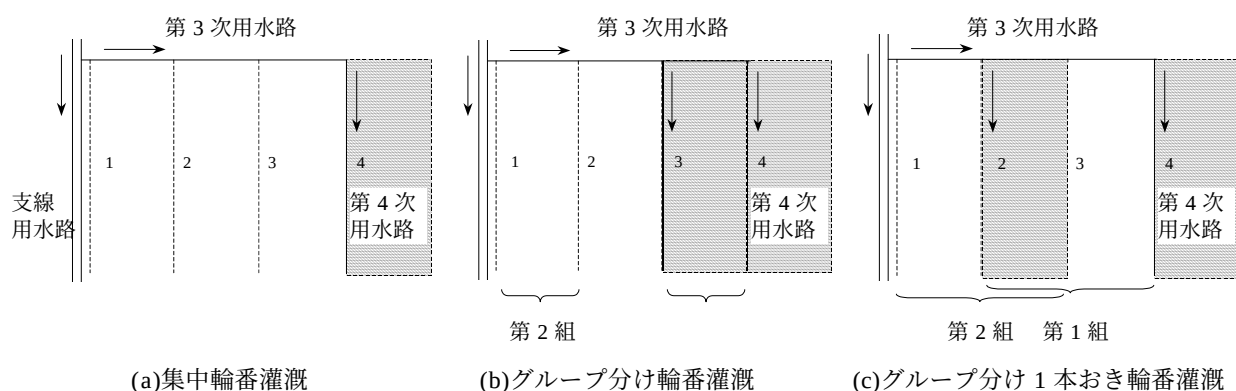
4.3.1 輪番灌漑

(1) 目的

灌漑区域をいくつかの区域に分け、区域ごとに順次給水していく灌漑用水の配分方法を輪番灌漑という。灌漑面積が数百 ha の支線水路レベルになる場合、輪番灌漑の取り決めがないと、上流側の区画と下流側の水が届きにくい区画とでは下流側の方が不利であるため、往々にして争議が生じることになる。このため、水管理組織は灌漑給水方法を決定しなければならない。

(2) 方法

輪番灌溉には下図に示す三つの方式がある。



①集中輪番灌溉

ある級の水路の流量を一つ下の級の一本の水路に集中して給水するのが集中輪番灌溉である。第4次用水路間で輪番灌溉をする場合は、第3次水路の流量を、ある第4次用水路に集中して給水し、その灌溉が終わるのを待って次の第4次用水路に給水する。第4次用水路の通水能力が当該第3次用水量の流量を受けることが難しいときは、②のグループ分け輪番灌溉を考慮しなければならない。

②グループ分け輪番灌溉

一つ下の級の水路をいくつかのグループに分け、一つ上の級の水路流量をグループごとに同時に給水する配水方式がグループ分け輪番灌溉である。この方式では、隣り合った第4次用水路をいくつかのグループに分け、決められた順序に従ってグループごとに給水する。この方式は一つ上の級の水路の流量が比較的大きいときに多用される。

③グループ分け一本おき輪番灌溉

ある場合には、一本おきにいくつかの第4次用水路のグループをつくり、第3次用水路の流量をグループごとに同時に給水する配水方式が用いられる。この方式は、各級用水路の全ての用水単位について受益の均衡を保証するために採用される。

ここでは、アルタイ市内のアラハク実証圃場で行った輪番灌溉のブロック割の事例を紹介する。作物消費水量の項で説明したが、間断日数は5日に1回が適切であるため、輪番灌溉のローテーションは5～7日の範囲内で行われるように計画する必要がある。

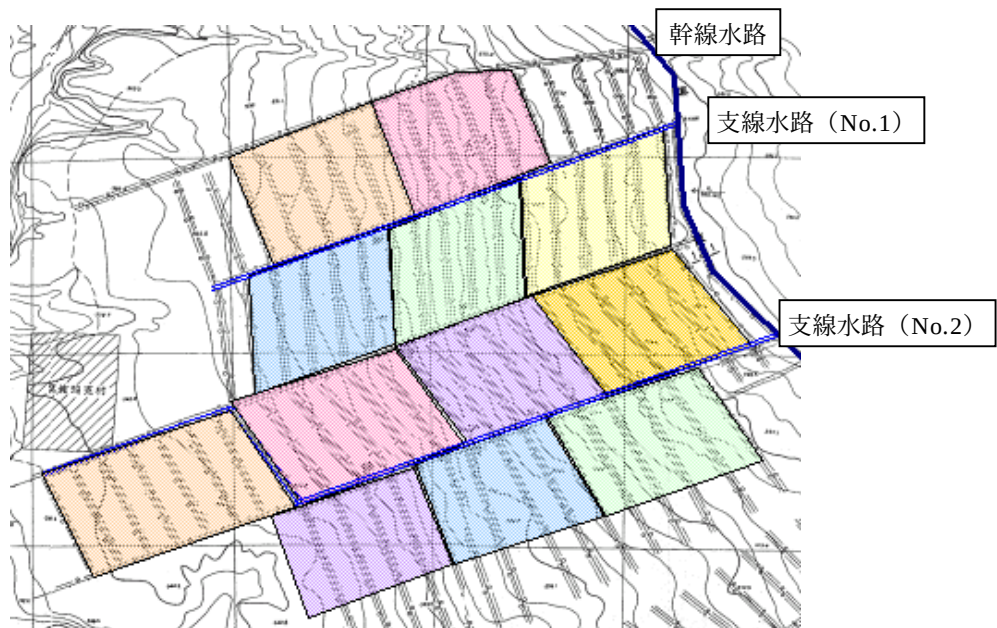


図 4.3.1.1 アルタイ市アラハク実証圃場輪番灌漑区画割り

上図のように、5～7区画の圃場を1グループとして取り決め、1つの支線水路が支配するグループは5～7になるようにした。なお、1区画の面積は約6.7haで1グループの灌漑時間は1回あたり24時間である。

ここで着目すべきは、水管理ステーションで考案したものを農牧民に対して研修会を実施し、水利用・管理のルールを話し合いによって最終的に取り決めたことである。

また、このグループの中からリーダーを選出することが望ましい。リーダーは自分たちの区画に次回いつ水が来るのか、農牧民に報告するようにしなければならない。

農牧民への報告方法の一例として、掲示板や回覧板を利用する方法がある。

支線用水路～農業用水路にある水門ゲートの配水操作は初期段階では、水管理ステーションの職員が行うことが望ましい。しかし、この輪番灌漑方法が周知された後や水門ゲートの配水操作が習得できた後は、農牧民が各自、水門ゲートの開閉を行ってもよい。

留意点：

乾燥地での灌漑は水源の積極的な確保が必要であるが、やむを得ず渇水となった場合には、水量の足りない分は各農牧民がその年に灌漑できる面積を減少させて対処する。水不足のしわ寄せを各農牧民が各自で負担するのである。このような場合でも下流側末端まで水が到達するだけの水量は確保しておかなければならない。

また、水門ゲートの配水操作は技術が未熟な場合は難しいものである。配水の初年度に水が届いても、水位が足りずに圃場の隅々まで行き届かないことがある。このようなことを防ぐには、操作が未熟なうちは、最末端での水位を確保し、特別に大きな水位差で圃場まで配水するような対策が必要である。

4.3.2 施設の維持管理

(1) 目的

水利用施設の維持管理は、適切な維持管理を行うことで施設の耐用年数を延長することができ、経費の削減につながる。そのためには、常時の巡回点検、定期的な観測、検査、補修、洪水期において行う洪水防除のための応急措置、通水停止期間に行う年整備と堆積土砂の除去、そして施設等の更新である。

水管理組織による適切な維持管理を図るには、それぞれの施設に関する日常の点検事項等、視覚的にわかりやすい手引きを作成しておくことが望ましい。アジア地域砂漠化防止対策調査で行った施設の維持管理事例をあげる。

(2) 方法

灌漑施設の補修作業を行うにあたり、あらかじめ行政側と農牧民側との間で役割を分担しておく。例えば、ライニングされた水路の補修は農牧民自体で補修することが経費及び技術的に困難であるため、行政側（水管理ステーション）で補修する。また、水路内に堆積した雑草や土砂は農牧民により火入れ等を行い除去する。このように取り決めておくといよい。

区分	ライニング水路		農業用水路		圃場内用水路	
	崩壊	雑草等	崩壊	雑草等	崩壊	雑草等
水管理ステーション	○	×	×	×	×	×
農牧民	×	○	○	○	○	○

注) ○：担当する、×：担当しない



雑草除去は農牧民



補修は水管理所

また、時間の経過とともに、灌漑施設が壊れることがある。壊れた箇所を発見したら、下のチェックシートを作成し、壊れた水路の場所や状況をスケッチして水管理ステーションに提出するよう農牧民に周知させておくことが望ましい。

チェックシート（例）

年月日：	記入者：
場所：	スケッチ：

留意点：

施設の維持管理にかかわらず、水管理組織の運営が軌道に乗るまでの初期段階では、行政側が主導となって水管理組織や農牧民を指導しなければならない。その指導方法は定期的に研修会を開催し、周知徹底されるよう目的を的確に伝えなければならない。

場合によっては、定期、不定期の堰の修築や、水路の維持管理、清掃などにあって農牧民に動員を行うことも考える必要がある。

4.3.3 経費管理

(1) 目的

水利用施設の運営にかかる経費は、施設の利用によって生じる収益で賄わなければ、持続的な生産活動につながらない。給水部門が、規定した方法に基づいて水利用者から受け取る費用を水利費という。水利費徴収の目的は、水資源の合理的利用と用水節約を促進し、灌漑施設の維持補修と管理に要する費用を確保するためである。施設の大規模整備、更新に必要な資金を積み立て、灌漑施設の単純再生産、拡大再生産を維持するものである。ここでは、新疆ウイグル自治区での水利費の徴収制度を例に記述する。

(2) 方法

新疆ウイグル自治区水利庁（地方水利機構）では、2001年2月に灌漑区における「供水到戸」制度について文書公布している。この制度は、水資源を合理的に開発・利用し、計画的に用水と節水を促進し、水代徴収の機会を借りてみだりに金を徴収するなどの現象を途絶させ、徴収行為を規範化にし、水管理業務を透明にするためである。

さらに、支線用水路（斗渠）以上の施設は水管理ステーションが管理し、支線用水路以下の施設は農牧民が民主的に管理するという形式である。給水量を計算し、給水サービスを改善し、水代の徴収業務を透明化にし、「配水、量水、記帳、徴収がすべて農家で行う」という制度を実行し、農牧民への不合理的な負担を軽減し、節水意識を強化し促進するものである。

この制度によって、水代の計算方法は面積当たりの計算から水量計算となった。

水量計算方法の背景には、与えられた農地面積が各農牧民一律であっても、地形の起伏によって水が末端まで乗りにくい場所があるとする、その場所での作付けを制限されるので、農地面積が一律でも、水利費の課金も一律とすることは問題がある。そのことを解消し、なおかつ節水の意識を農牧民に身に付けようとするものである。



分水水門ゲートに量水施設を整備する必要がある。量水施設を整備し、流水時間を計測して量を量る。右写真のように分水水門ゲートに目盛りを記しておく。なお、記した目盛りは風雨にさらされると消えてしまうため、定期的（2週間に1回程度）に点検し、塗り替え等を行う必要がある。

また、給水時間の計測は初期段階では水管理ステーションの職員が記録し、徐々に農牧民が記録出来るように研修会や説明会を実施し、農牧民に委譲していく。

次ページの表はアラハク圃場で実際に使用された灌漑用水の利用明細カードである。農作物の水需要量に応じた形式で適時・適量灌漑されるようになっている。

また、「供水到戸」制度には、「供水証」と「供水カード」も使用することになっている。「供水証」と「供水カード」は各地区、自治州（市）あるいは各県（市）に印刷され、配布されている。「供水証」は一戸ごとに一冊を農家に預ける。「供水カード」は配水員に預け、供水証に対応して使われる。水管理ステーションの配水員は毎回あるいは毎月配水帳を公布し、水量・水費・徴収実額を確実に農家に公布し、全面的に監督しなければならない。

アルタイ市農牧区灌漑用水利用明細カード

用水利用単位： オイマク村 第一灌漑区 一斗渠 第一グループ

戸名 灌水月日		播種面積 (ムー)										流量 m³/s	灌水連続時間 (時間)			灌漑用水量 (m³)		単価 0.024 元/m³	用水金額(元)			配水員署名	用水戸署名		
		コムギ	トウモロ コシ	マメ類	油 ヒマワリ	テンサイ	ウリ類	野菜	アルファ ルファ	草地	その他		開始 時間	停止 時間	灌漑 時間	計画 用水 (m³)	実施 用水 (m³)		金額	支払額	不払額				
年 月 日																									

留意点：

農牧民が水利費を納めない原因の中で最大の理由は、定められた通りに水が実際に来ないことである。約束通りに水が来れば払う、来なければ払わない、という契約的概念が、かなりの範囲で存在しているものと思われる。

また、定住後まもない農牧民は灌水作業が未熟である。このため、水利費の徴収は初年目は 30%、二年目は 50%、三年目は 100%にするなど段階を踏んで、実行することが望ましい。

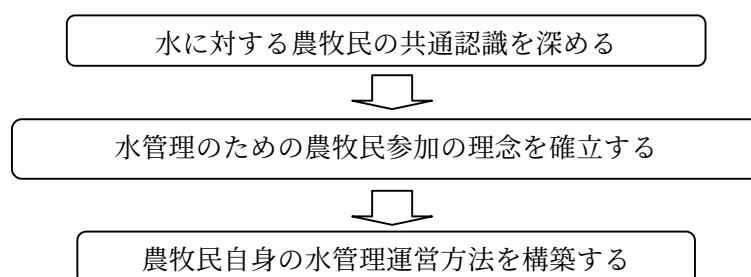
4.3.4 水管理に関する教育と普及活動

行政側の最末端にあって、水管理に関して農牧民と日常的に接触するのは、水管理ステーション等の普及員であることが多い。行政の最末端に位置づけられる人々の資質がもっとも重要である。しかし、いつも最適任の人材を得ることは困難である。一般的に、農牧民に受け入れられかねる、若年で経験の浅い者がその任務に当たることがある。農村で農牧民を組織化しようとする場合、その指導者となるべき適任者は農村内から選拔し、彼らがその道のエキスパートになるべく育てあげることが必要である。

4.3.5 地域社会に根ざした水利用

農業水利施設の管理運営への農牧民の積極的な参加も用水の効率的な利用、ひいては、限りある水資源の有効利用を図る上で重要なものである。通常、開発途上国では農業水利事業は国家プロジェクトとして受け止め、農牧民自身で管理運営していくべきものであるとの理解に乏しいのが現状である。また、灌漑による経済開発と地域の環境保全を両立させることも重要であり、このための農牧民も含めた新しいコンセプトの形成にも配慮しなければならない。

手順の一試案としては、



ことが考えられる。

世界には、いろいろな農村集落の形態が存在している。そして、これら個々の集落はそれぞれの気候・風土、土壌、地形などの自然条件に加えて、集落自身の歴史、伝統的な生活様式、社会・経済的環境などの諸条件のもとに成り立っている。したがって、水管理運営方法の構築には、水利技術的な理解のみでは解決できない複雑な問題が内包されている。これらの問題の取り扱いには、社会学的な手法の適用も不可欠である。