

4. 気象・水象の観測及び情報収集

用水機場の管理に当たっては、当該用水機場地点及びその近傍の気象・水象の所要項目について、効率的かつ経済的に観測又は情報を収集し、当該地域の気象特性等を把握するとともに、平常時並びに異常時の利水管理及び運転管理に資するものとする。

4.1 気象・水象の観測及び情報収集

用水機場の管理上必要な観測項目あるいは地域の実情に応じて観測する項目、他機関から情報を収集する項目について解説する。

4.1.1 観測・情報収集項目

当該用水機場地点及びその近傍において、管理上必要なあるいは地域の実情に応じて入手する気象・水象の観測・情報収集項目は、表-4.1のとおりである。

用水機場の管理に関わる管理制御施設については表-4.2、平常時並びに異常時における観測項目及び観測回数は、表-4.3、表-4.4のとおりである。

なお、河川からの取水の場合、河川流況については、必要に応じて土地改良施設管理基準一頭首工編一の規定に準ずる。

表-4.1 気象・水象の観測・情報収集項目

事 項	項 目	頻 度
気 象	天候、気温、降水量（降雪量）、日射量・日照時間、 風向・風速、湿度	毎 日
	積雪深	定 期
水 象	用水機場（吸込水槽あるいは地下水、吐出し水槽） の水位、揚水量	稼働時 のみ毎日
	河川の水位・流量又は湖沼・貯水池等の水位・流入 量・放流量（河川取水等の場合）、配水量、水温 及び結氷、水質	定 期

表-4.2 管理制御施設における管理制御項目

管理事項			
対象施設名称	監 視		制 御
	項 目	センサ	
取 水 口	取 水 位 取 水 量 機器作動	水 位 計 流 量 計 開 度 計	ゲートの開閉 バルブの開閉
用水機場 (加圧機場)	吸込水位 吐出し水位 流 量 圧 力 機器作動	水 位 計 水 位 計 流 量 計 圧 力 計 開 度 計	ゲートの開閉 バルブの開閉 ポンプの運転

(土地改良事業計画設計基準・計画「農業用水（水田）」（平成22年7月）P.276より加工引用）

表-4.3 観測項目及び観測回数

観測対象項目	観測施設				観測の回数
	名 称	位 置	観測機器	伝送方式	
降水量（降雪量）	〇〇〇〇 雨量観測所	〇〇県△番地 (標高〇〇m)	雨量計	直送方式あるいは テレメータ方式等	毎日1回 (異常時においては表-4.4)
用水機場の 降水量（降雪量）	〇〇用水機場 雨量観測所	〇〇県△番地 〇〇用水機場	雨量計		
河川の水位・流量又は 湖沼・貯水池等の水 位・流入量・放流量 (河川取水等の場合)	〇〇観測所	〇〇県△番地	水位計、 流量計等		
吸込水槽水位 あるいは地下水位	吸込水槽水位 観測所	〇〇県△番地	水位計		
	地下水位 観測所	〇〇県△番地	水位計		
吐出し水槽水位	吐出し水槽水位 観測所	〇〇県△番地	水位計		
取水量 (河川取水等の場合)	〇〇観測所	〇〇県△番地	流量計等		
揚水量	〇〇用水機場 管理所	〇〇県△番地	流量計等		
配水量	〇〇流量 観測地点	〇〇県△番地	流量計等		少なくとも3月及び 4月中旬に〇回
積雪深	〇〇〇〇 雨量観測所	〇〇県△番地 (標高〇〇m)	積雪尺		

注) 伝送方式については管理施設と各観測施設の位置関係・データ量等を考慮して決定

表-4.4 異常時における観測項目及びその最少観測回数

観測対象項目	渇水時	洪水時
降水量（降雪量）	1 日ごと	1 時間ごと
河川の水位・流量又は湖沼・貯水池等の水位・ 流入量・放流量（河川取水等の場合）	1 日ごと	1 時間ごと
吸込水槽水位	1 時間ごと	1 時間ごと
地下水位	1 時間ごと	—
吐出し水槽水位	1 時間ごと	1 時間ごと
取水量（河川取水等の場合）	1 時間ごと	—
揚水量	1 時間ごと	—
配水量	1 時間ごと	—

注）各用水機場の状況と必要に応じて観測間隔をさらに短くする。

4.1.2 観測項目と内容

(1) 必要な観測項目と内容

1) 天 候

毎日の晴・曇・雨・雪等の状況を記録しておくことは、取水量やほかの観測値の点検の上で重要である。

2) 気 温

気温の観測は、異常高温、異常低温、凍霜害の予報及び流出解析に際しての雨・雪の判定、積雪量・融雪量の計算、あるいは蒸発量・蒸発散位の計算のための基礎資料として重要である。

3) 降水量（降雪量）

利水、特に渇水時の取水・配水管理のための基本的な情報源として、降水量の観測は重要である。これには自記雨量計を用いることを原則とする。

積雪地帯では降雪量の観測も重要である。降雪量の観測は、ヒータ付きの雨量計等を用いて降水量として観測する。

4) 河川の水位・流量又は湖沼・貯水池等の水位・流入量・放流量（河川取水等の場合）

河川の水位・流量又は湖沼・貯水池等の水位・流入量・放流量の観測は、取水源の状況を把握する上で重要である。河川や貯水池から情報が得られない場合や独自に観測が必要な場合は、自記水位計等を設置して観測を行う。

5) 用水機場（吸込水槽あるいは地下水、吐出し水槽）の水位

用水機場（吸込水槽あるいは地下水、吐出し水槽）の水位の観測は、平常時並びに異常時の利水管理及び運転管理上重要である。

6) 取水量（河川取水等の場合）

用水機場本来の目的は、必要な農業用水を取水し、計画的な利水を行うことであり、そのた

めに、取水量の把握は必要不可欠である。取水量の算定法には、用水路に設置された水位計のデータに基づき水位流量曲線から算定する方法や、用水機場の水位及び取水口のゲート開度から算定する方法がある。

7) 揚水量及び配水量

用水機場からの揚水量及び配水量の把握は、農業用水の有効利用と運転経費の節減のため重要である。

揚水量及び配水量の計測は、流量計等にて観測し、原則として自記記録する。

(2) 地域の実情に応じて観測する項目と内容

1) 日射量・日照時間

日射量・日照時間は、蒸発量・蒸発散位の推定、用水管理あるいは水温変化の予測等、営農上の参考資料として役立つ。

2) 風向・風速

風向・風速は、環境評価や蒸発量・蒸発散位の推定に役立つ資料となる。特に強風時の風向・風速データは防災対策の基礎資料として役立つ。

通常、風向・風速は瞬間値ではなく、10 分間平均値を記録する風向風速計を設置して観測することが望ましい。

3) 湿度

湿度は、天気予想や蒸発量・蒸発散位の推定に利用できる。

4) 積雪深

積雪深は、積雪尺を流域内の適当な場所に複数設置することにより、春先の融雪量の予想に役立つ。

5) 水温及び結氷

冷水障害が問題となる地域では水温を必要に応じて観測する。また、冬季に結氷のある地域では結氷の有無や開始及び終結時期を把握することが望ましい。

6) 水質

水道用水あるいは工業用水といった都市用水との共同施設の場合は、定期的に水質検査を行い、水の安全性を確認するものとする。検査項目、検査方法については、関係機関と協議して定める。

また、農業用水についても必要に応じて、pH 値やその他の項目について、吸込水槽、末端かんがい施設等適切な場所で水質検査を行うことが望ましい。

利水管理に関する目的と観測項目の概要は、図-4.1 に示すとおりである。

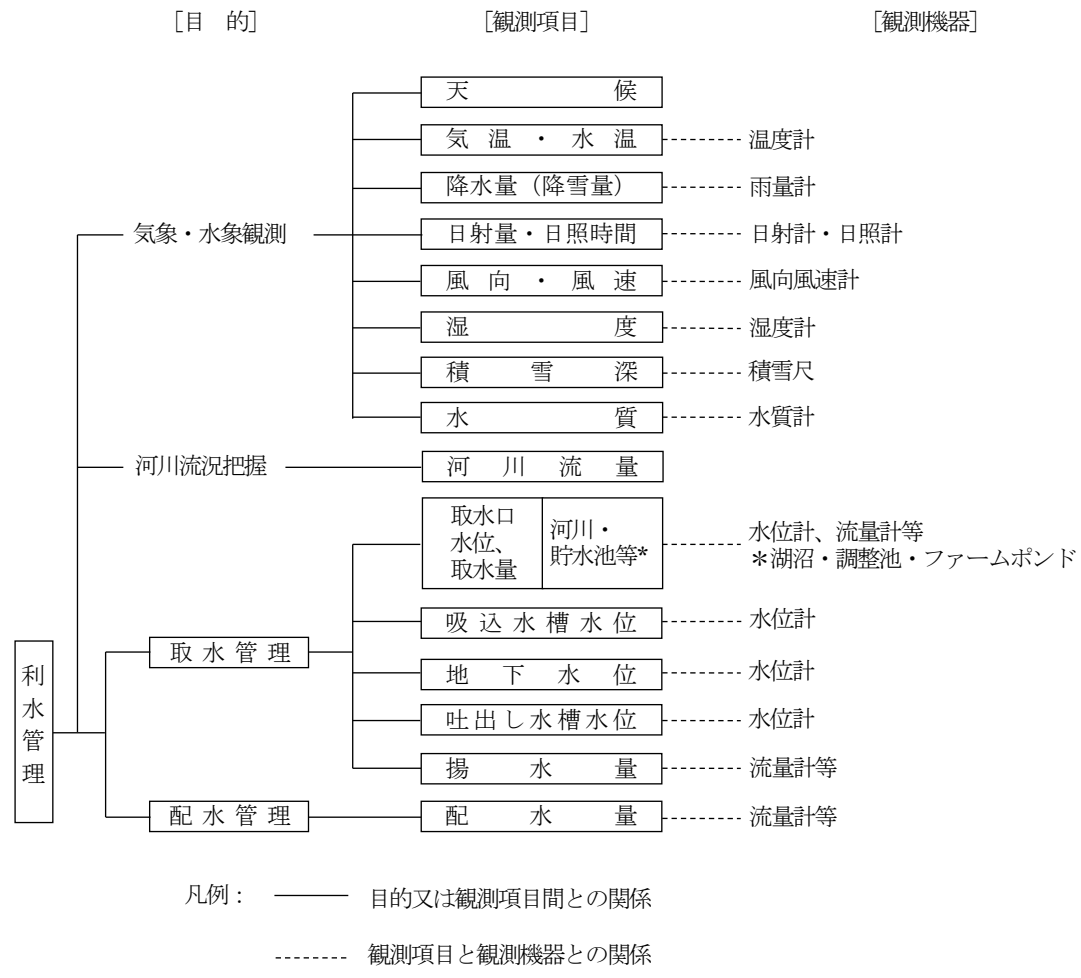


図-4.1 利水管理に関する目的と観測項目の概要

4.1.3 その他必要な情報の収集

(1) 気象情報の収集

1) 利用目的

気象情報は主に気象庁において発表されていることから、現在の気象情報及び今後の気象変化を把握し、用水機場の利水管理及び運転管理の基礎資料として活用するものとする。気象情報とその用途を整理すれば表-4.5 のようになる。

表-4.5 対象情報と用途

主な気象情報	用 途
天気予報、天気図（実況・予想）、 台風情報等	気象概況の把握、 台風進路の把握
気象情報、気象警報・注意報、 解析雨量・降水短時間予測、台風情報等	洪水警戒体制等の設置、 解除の判断
解析雨量・降水短時間予測、 レーダー・ナウキャスト（降水・雷・竜巻）等	降水量予測情報の入手、 落雷・雷雨予測情報の入手
週間天気予報、季節予報等	長期気象予想
地震情報等	地震情報の入手

2) 情報の入手方法

気象庁情報の入手方法としては、テレビ、ラジオ、インターネット等がある。

また、気象庁以外にも日本気象協会や民間会社等から、オンラインサービスで各種気象情報が提供されているので、入手可能な情報及び内容を考慮した上で入手先を選定する必要がある。

気象情報を日本気象協会が有料で提供する MICOS Fit（総合気象情報サービス）では、表-4.6 に示す情報が入手可能なため、用水機場の運転管理のみならず、河川や道路管理全般への利用が可能であることから、導入に当たっては関係機関と調整を図り、近隣事務所間で共同使用することが考えられる。

表-4.6 入手可能な主な情報

入手可能な情報		MICOS Fit（総合気象情報サービス）
1	アメダス（地上画像）	10 分ごと
2	台風情報	接近時は 1～3 時間ごと
3	気象警報・注意報	随 時
4	天気予報	3 回／日
5	週間予報	2 回／日
6	実況天気図	7 回／日
7	予想天気図	2 回／日
8	気象衛星画像	30 分ごと
9	解析雨量	30 分ごと
10	雷情報	5 分ごと
11	降水短時間予測	30 分ごと
12	地震情報	随 時
得られる情報の形態		数値又は画像情報

(2) 河川情報の収集

主要河川の状況を逐次更新した情報が、水情報国土データ管理センターにおいて公開されており、活用することができる（表-4.7 参照）。また、都道府県又は市町村のホームページにおいても河川情報を収集することができる。

なお、上流にダム等がある場合は、そこで観測・公表されている降水量、流入量、放流量、貯水量等の時々刻々のデータを入手するものとする。

表-4.7 水情報国土データ管理センターのホームページアドレスと提供内容

情報提供アドレス	提供内容
・水情報国土データ管理センター https://www5.river.go.jp/ ※携帯電話から下記のアドレスで携帯版の川の防災情報にアクセスすることができる。 http://i.river.go.jp/	川の防災情報 ・水位・雨量 ・カメラ ・レーダ雨量 ・ダム ・水質・海岸・雪 ・河川の予警報 平常時からの防災情報 ・浸水想定区域図 ・ハザードマップ 等

(3) 防災情報の収集

豪雨等の発生が予想される場合、あるいは災害が発生した場合は、気象庁が発表する防災情報や、近隣の自治体が設けている防災に関するホームページ

(<http://www.bousai.go.jp/simulator/list.html>) から情報を入手し、施設への被害の未然防止や被害拡大の防止に活用するものとする。

(4) 電力会社情報の収集

停電や落雷等に関する情報については、電力需給契約を締結している電力会社が公表する情報により収集することができる。

4.2 観測施設の設置及び管理

用水機場の管理にとって重要な取水口（河川・湖沼・貯水池等）、吸込水槽及び吐出し水槽の各水位、揚水量、降水量等の観測施設の仕様及び設置場所は次に示すとおりとし、観測施設の追加又は更新の際にも同様である。

また、気象観測に用いる機器は、気象業務法（第6条気象庁以外の者の行う気象観測、第28条合格基準等）及び気象業務法施行規則（昭和27年運輸省令第101号）に適合したものを使用し、必要な時期に検定の更新を行わなければならない。

4.2.1 気温観測施設

(1) 温度計

温度計は、原則として通風筒式の白金抵抗温度センサを用いることが望ましい。気温の観測は、受感部の空気以外との熱交換を除くため、通風筒あるいは百葉箱等の適当日除けをつけて放射熱交換を防ぐ必要がある。

(2) 設置場所

気温の観測高度は、地上1.5mを標準とする。気温は、観測場所の地表の状態や周辺との位置関係に左右されることから、平坦で建物や樹木等の日陰にならない場所を選び、芝を植え、時々刈り込みをして短くしておくことが望ましい。

4.2.2 降水量観測施設

(1) 雨量計

雨量計は、0.5 mm/1 転倒の転倒ます型雨量計（ヒータ付き）が望ましい。

時々刻々の情報伝達が必要な場所の降水量データの伝送は、直送方式又はテレメータ方式等による。

(2) 設置場所

用水機場の周辺地域の降水量が的確に把握できるよう、地形特性、降水特性を十分考慮して、観測施設を設置する。

雨量計は、風の影響の少ない、平坦で建物や樹木等の影響を受けにくい場所に設置し、高い建物等の近くに設置する場合には、その建物の高さの4倍以上離すことが望ましい。

また、将来の開発についても調査し、長期間継続して観測でき観測所の維持管理が容易な地点を選定する。

4.2.3 水位観測施設

(1) 水位計

水位計は、フロート式又は圧力式のアナログ出力若しくはBCD（2進法10進法）出力が多く使われてきたが、最近では測定精度のよい電波式の採用例が多くなってきている。いずれの方式を採用する場合も、所定の精度が確保できるものを選定する。寒冷地においてフロート式水位計を設置する場合、フロート部の凍結により破損や誤作動が生じるおそれがあるため、機種選定には注意が必要である。また、用水機場地点の河川水位が河川の計画高水位を超えた場合にも対応できるよう、水位計は用水機場地点の堤防高さまで記録できるものとする。

水位計の設置に併せて、水位記録の点検用に量水標の併設が望ましい。

時々刻々の情報伝達が必要な場所の水位データの伝送は、直送方式又はテレメータ方式等による。

(2) 設置場所

用水機場の水位の観測は、運転方式等に応じて運転目標水位、制御水位、監視水位等の設定を考慮しつつ、取水による水位の影響のない場所、上流からの流入水の影響のない場所、風波の影響のない場所で、管理上都合のよい場所を選定の上、水位計を設置して行う。設置予定箇所が河川法の適用される場所である場合には、河川管理者の許可を受ける必要がある。

上流における水位観測は、用水機場地点での流入量の予測に活用するため、なるべく時間的余裕が期待できる地点で行う。

また、吸込水槽前面のスクリーンにごみが付着すると、スクリーンの上・下流に大きな水位差が生じることがあるため、スクリーンの上・下流に水位計を設置することにより早期に除塵対策を行うことができる。

4.2.4 取水量（揚水量）観測施設

(1) 流量計・水位計

取水量（揚水量）は、用水路等に設置されたフロート式水位計、圧力式水位計等による水位データから水位流量曲線を用いて算定する方法、用水機場の水位と取水口のゲート開度から算定する方法あるいは、用水路等に設置された超音波流量計、電磁流量計等により計測する方法がある。いずれの方式を採用する場合にも、所定の流量精度が確保できるとともに、維持管理が容易な方式とする必要がある。

(2) 設置場所

正確な取水量（揚水量）を把握するため、流量観測や維持管理に便利な地点を選ぶ必要があることから、断面変化のない流れが安定している地点、観測計器の点検整備の行いやすい地点を選定する。

また、水位流量曲線から流量を求める場合には、下流水位の影響の少ない地点とする必要がある。

【参 考】

(1) 観測施設の設置場所等

観測施設の設置場所等の詳細については、水管理制御方式技術指針（計画設計編）を参考とする。

4.3 観測要領

観測要領を表-4.8に例示する。この表において最小単位は、通常の管理を想定して定めたものであり、詳細な観測精度を必要とする場合には、個々の用水機場の実情に応じて決定するものとする。

なお、これらのデータ整理、作表に際しては、観測時間や最小単位を明示しておくものとする。

表-4.8 気象・水象の観測要領の例

項 目		観測時間	最小単位	備 考
気 象	天候	0-24		
	気温	9	0.1℃	
	最高気温	0-24	0.1℃	
	最低気温	0-24	0.1℃	
	日平均気温	0-24	0.1℃	
	降水量	0-24	0.5mm (又は1.0mm)	
	日射量	0-24	0.1MJ・m ⁻² ・d ⁻¹	
	日照時間	0-24	0.1h	
	風向	9	16 方位	
	風速	9	0.1m/s	
	最大風速	0-24	0.1m/s	
	湿度	9	1.0% (又は0.5%)	
	積雪深	9	1.0cm	
水 象	用水機場の水位	9	1.0cm	ただし、河川管理者との協議に伴い精度変更される場合がある。
	(貯水量)	9	1,000m ³ 等	
	取水量(揚水量及び配水量)※	0-24	0.1m ³ /s 又は1,000m ³ /d等、最大貯水量の1/1,000程度を目安として定める。	
	河川流量	9	0.1m ³ /s	
	水温	9	0.1℃	
	結氷	9		
	水質	9		
その他	天気予報			テレビ、ラジオ、インターネット等
	気象警報・注意報			
	季節予報			

※は有効数字2桁(又は3桁)で表示する。

4.4 観測結果の整理

気象・水象の観測データは、将来の用水機場管理、各種の計画の基礎資料や計画的な利水管理、運転管理等に活用できるものであり、適切に整理しておくことが望ましい。保存年限の目安としては、日報・月報類については10年、取水状況の年報及び報告書類については永年とする。

なお、活用範囲の拡大のため、紙媒体だけでなく、電子記録媒体(CD、DVD等)でデータを整理しておくことが有効である。

【参 考】

(1) 観測結果の整理様式

年間データ表：用水機場年報の取りまとめ

月別データ表：気象・水象の観測値や利水管理及び運転管理についての月別実績の取りまとめ

(表-4. 参1)

日別データ表：毎日の観測値等を記入 (表-4. 参2)

表-4. 参1 ○○用水機場 管理月報 (例)

年 月

日	気 温	降水量	吸込水槽水位		吐出し水槽水位		揚水量 ①	自然 流入量 ②	取水量 ①+②	配水量		備 考
			最低	最高	最低	最高				幹線1	幹線2	
	℃	mm/d	m	m	m	m	×1,000m ³ /d	×1,000m ³ /d	×1,000m ³ /d	×1,000m ³ /d	×1,000m ³ /d	
1												
2												
・												
30												
31												
計	—	mm/m	—	—	—	—	×1,000m ³ /m	×1,000m ³ /m	×1,000m ³ /m	×1,000m ³ /m	×1,000m ³ /m	
平均												
最大												
最小												

表-4. 参2 ○○用水機場 管理日報 (例)

年 月 日 (曜日)

時 刻	気 温	降水量	吸込水槽水位		吐出し水槽水位		揚水量 ①	自然 流入量 ②	取水量 ①+②	配水量		備 考
			最低	最高	最低	最高				幹線1	幹線2	
	℃	mm/h	m	m	m	m	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
1:00												
2:00												
・												
23:00												
24:00												
計	—	mm/d	—	—	—	—	×1,000m ³ /d	×1,000m ³ /d	×1,000m ³ /d	×1,000m ³ /d	×1,000m ³ /d	
平均												
最大												
最小												

4.5 河川流況等の把握

4.5.1 河川流況等の把握

用水機場の利水管理及び運転管理のためには、気象・水象の観測結果に基づき、当該地域の気象特性を把握することが必要である。特に、河川から直接取水する用水機場の場合、河川流況として重要なのは、豪雨や長雨による洪水ではなく、河川から取水する時期、用水機場を稼働させる必要のある時期及び渇水時期である。

なお、取水口の操作管理上、河川水位（場合によっては河床変動の状況を含む。）や洪水時における河川水位の上昇予測等の情報収集が必要である。

(1) 河川流況と取水可能量との関係

河川取水の場合、水利使用規則において、期別ごとに最大取水量が決められており、河川流況が良好であっても、期別ごとの取水可能量の上限が決められている。一方、少雨のため河川流況が渇水状態に近づくと、節水が必要となる。したがって、河川取水の場合、河川流況は取水管理上、非常に重要な意味を持っている。

(2) 河川流況と用水機場の稼働状況との関係

用水機場の稼働状況は、受益地域の必要水量によって決まり、受益地における必要水量の状況に応じて取水量及び配水量は決定されることになる。しかし、一般的には必要水量の増加と河川流況とは相反するものとなる。なぜならば、必要水量は受益地域での有効雨量の減少に伴って増大するものであって、このような状態の時期には河川流量は減少するからである。その結果、少雨時の河川流量の長期予測と必要水量の予測は非常に重要な意味を持っている。

4.5.2 少雨時の河川流量の長期予測（長期流出解析－タンクモデルによる日流量の計算－）

(1) タンクモデル

長期流出解析は、水資源計画や水利用計画等に利用される。長期流出解析では長期間のデータを対象とし、場合によっては10年以上の流量を解析することもある。このように長期にわたる流出現象を解析するため、降水だけでなく蒸発散も考慮する。さらに、冬季に積雪が見られる流域では、積雪・融雪も対象にする。

タンクモデルは、菅原（1978）によって提案されたモデルであり、我が国における代表的な長期流出解析手法の一つである。このモデルは図-4.2に示すように、側面に1～2個の流出孔、底面に1個の浸透孔を持つタンクを直列にいくつか並べて、河川流量を求める方法である。長期流出解析には4段型タンクモデルがよく使われる。

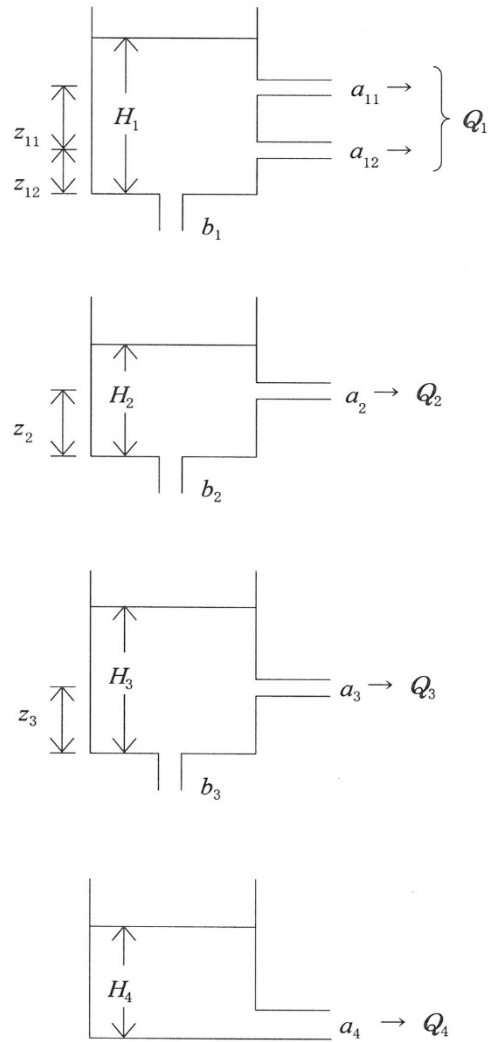


図-4.2 タンクモデル

流域降雨は最上段タンクに注入する。第2段以下のタンクは、すぐ上のタンクの浸透孔からの水を受ける。各タンク内の水は、一部は側面の流出孔から外部（河道）に流出、一部は底面の浸透孔からすぐ下のタンクに浸透する。各タンクの流出孔からの流量の和を河川流量とする。

晴天日には蒸発があるが、これは上段のタンクから優先的に差し引く。また、流出孔は底面よりも少し高い位置にある。このようにしておく、晴天続きでタンクが空になっているところに、小雨があってもタンク内の水は流出孔高には達せず、雨水は下のタンクに浸透してしまい計算流量はほとんど増えない。これは、晴天後の雨水は地中に浸透した後、地下水となってゆっくりと河道に流出することに対応している。

このモデルは、複数段のタンクで流域表層条件を表現していること、複数の流出孔で降雨・流出の非線形性を表現していること等から、長期流出にはよく適応するといわれている。

(2) 流出計算

タンクモデルによる計算は簡単である。すなわち、孔の高さ z よりもタンク貯留高 H が高い場

合にのみ流出があるとし、その流出量 (mm/d) は、孔の高さを超える水深 ($H-z$) に比例するものとしている。また、浸透量 (mm/d) は水深に比例するものとする。

日単位の長期流出解析では、計算の単位時間 Δt を 1 日とする。流量・降水量・蒸発量の単位は mm/d、水深や孔の高さの単位は mm、孔の係数は d^{-1} である。この場合の計算手順は次のとおりである。

1) 第 1 段タンクの計算

n 日目に降水量 r_n (mm/d) があれば、前日の貯留残高 h_{n-1} にこれを加えて、この日の第 1 段タンクの水深 H_n (mm) は、

$$H_n = h_{n-1} + r_n \Delta t$$

また、無降雨ならば、当日の蒸発量 E_n (mm/d) を用いて、次のようにする。

$$H_n = h_{n-1} - E_n \Delta t$$

2) このとき、**図-4.2** のように、 $H_n > z_{11} + z_{12}$ とすると、この日の第 1 段タンクからの流出量 q_n (mm/d)、浸透量 p_n (mm/d) は次のようになる。

$$q_n = a_{11} \cdot (H_n - z_{11} - z_{12}) + a_{12} \cdot (H_n - z_{12})$$

$$p_n = b_1 H_n$$

この p_n は、その日の第 2 段タンクへの供給量である。

3) したがって、この日の残高 h_n (mm) は、

$$h_n = H_n - q_n \Delta t - p_n \Delta t$$

4) 同様の計算を第 2 段以下のタンクについても行う。

5) 各タンクからの流出量 q の和をこの日の計算流量とする。

6) 次の日の計算を行うために、 $n \rightarrow (n+1)$ として、1) へ行く。

なお、上記各式において、 $\Delta t = 1$ 日であることから、 Δt の記号が省略されているのが普通である。

上述の計算において、無降雨が続き、最上段の水深が $E_n \Delta t$ 以下になったならば、不足分は第 2 段タンクから差し引く。第 2 段タンクの水深も $E_n \Delta t$ 以下になったならば、不足分は第 3 段タンクから差し引くこととし、蒸発量が不足した量はそのすぐ下のタンクから順次差し引くのが一般的である。

(3) モデル定数

タンクモデルの未知定数 (**図-4.2** 参照) には、流出孔高 $z_{11} \sim z_3$ 、流出孔係数 $a_{11} \sim a_4$ 、浸透孔係数 $b_1 \sim b_3$ がある。これらの定数決定を自動的に行う方法もいくつか提案されているが、実測ハイドログラフと計算ハイドログラフを目視で比較しながら、試行錯誤的に決めてもよい。その際、**表-4.9** に示す我が国における山地流域のモデル定数の範囲あるいは標準的な値が参考になる。

表-4.9 山地流域のモデル定数の範囲等

記号	山地流域のモデル定数の範囲	標準的な値
z_{11}	20 ~ 50	25
z_{12}	5 ~ 15	15
z_2	5 ~ 15	15
z_3	0 ~ 50	15
a_{11}	0.08 ~ 0.30	0.2
a_{12}	0.03 ~ 0.20	0.2
a_2	0.02 ~ 0.15	0.05
a_3	0.003 ~ 0.06	0.01
a_4	0.001 ~ 0.005	0.002
b_1	0.10 ~ 0.35	0.2
b_2	0.03 ~ 0.15	0.05
b_3	0.06 ~ 0.08	0.01

なお、流出孔・浸透孔の係数は1以下の正の値とし、各タンクについて流出孔・浸透孔の係数の和は1以下とする。これらの孔の定数は下段のタンクほど小さくするのが一般的である。

(4) 積雪量・融雪量の推定

積雪は山頂付近から起こると考えられるが、これを表現するため流域を標高に応じて4地帯に分け、各地帯の気温が0℃を超えるならば雨として降水量により取り扱う。また、雪は気温と雨によって融けると考える。なお、積雪量・融雪量は水深換算値で行う。

積雪量・融雪量の具体的な計算手順は次のとおりである。

- 1) 流域を標高別に4地帯に分け、面積－高度曲線等から各地帯の面積比率 w_k ($k=1, 2, 3, 4$) を決める（標高の低い方から第1地帯、第2地帯とする）。

- 2) 次式で、第 n 日目の気温観測地点の日平均気温 T_o を推定する。

$$T_o = (T_{\max} + T_{\min}) / 2 \quad \text{又は} \quad T_o = 0.6T_{\max} + 0.4T_{\min}$$

ここに、 $T_{\max}$ ：気温観測地点における日最高気温、 $T_{\min}$ ：気温観測地点における日最低気温。

- 3) 地帯 k の日平均気温 T_k (℃) を求める。なお、 T_k は標高が 100m 高くなるごとに 0.6℃低下するものとして、次式から求める。

$$T_k = T_o - 0.6 \cdot (L_k - L_o) / 100$$

L_k ：第 k 地帯平均標高 (m)、 L_o ：気温観測地点標高 (m)

$T_k \leq 0^\circ\text{C}$ ならば 4) に行き、 $T_k > 0^\circ\text{C}$ ならば 5) に行く。

- 4) 日降水量 r_k を雪とし、これを次式のように積雪量 s_k (mm) に加える。

$$(s_k + r_k \Delta t) \rightarrow s_k$$

次に、降水量 $r_k \rightarrow 0$ 、融雪量 $m_k \rightarrow 0$ とし、6) に行く。

- 5) T_k が 0℃を超えることから、 r_k を雨として、次式で融雪可能量 m_k (mm/d) を求める。

$$m_k = \beta T_k + r_k T_k / 80$$

ここに、 β は定数であり、 $\beta=6$ としてよい。

5)-1 融雪により積雪量は減少するので、 $s_k \geq m_k \Delta t$ ならば、次のように置いてから 6) に行く。

$$(s_k - m_k \Delta t) \rightarrow s_k$$

5)-2 $s_k < m_k \Delta t$ ならば、 m_k に見合う積雪量がないので、次のように m_k を頭打ちにしてから 6) に行く。

$$m_k = s_k / \Delta t, s_k = 0$$

6) すべての地帯の積雪量・融雪量を計算する ($k = 1, 2, 3, 4$)。

7) 第 1 段タンクへの流入量 r (mm/d) を求める。これは降水量と融雪量の和であり、第 k 地帯の面積割合 w_k を用いると、次のようになる。

$$r = \sum_{k=1}^4 w_k \cdot (r_k + m_k)$$

8) この r を用いて、その日の流出量を計算する。

9) 次の日の計算をするために、 $n \rightarrow (n+1)$ として、2) へ行く。

(5) 降水量・蒸発量の推定

一般に、降水量は地域ごとに異なる。各地域に降水量観測地点がある場合には、その観測値をその地域の降水量に利用してよい。降水量観測値のない地域では、ほかの地域の降水量観測値から推定する。特に標高が高いと冬季には雪で観測点に近づけないため、観測を休止するところが多い。したがって、標高の高い第 3、4 地帯の降水量は、低い第 1、2 地帯の降水量よりもかなり多く割り増しにする（そうしないと、水収支が合わない場合が多い）。

計算に用いる蒸発量 (mm/d) の推定には Penman (ペンマン：1948) 法等を用いる。

4.5.3 蒸発散量の推定

蒸発散量は水文循環において重要な要素で、前述の流出解析に必要なばかりでなく、用水計画においても重要な意味を持っており、土地改良事業計画設計基準・計画「農業用水（水田）」、「同（畑）」の中で詳細に述べられている。この計画基準では、かんがい基準年についての蒸発散量を基準蒸発散量と定義し、これを Penman 蒸発位に基づいて推定することとしている。ところで、作物生産の場であるほ場での蒸発散量の推定は、利水管理上日々変化する気象条件に対応して変化する必要水量の推定をするために重要であり、また水管理に積極的に活用すべきである。以下に、蒸発散量の推定法について述べるが、推定に必要な気象データは気温、日射量、風速、湿度の 4 項目である。

(1) 蒸発散位の定義と推定法

Penman は水面からの蒸発量を、気象 4 項目の気温、日射量、風速、湿度に基づいて推定する方法を提唱した。この方法で推定される蒸発量が Penman 蒸発位あるいはポテンシャル蒸発量と定義されている。

この Penman 法を改良修正し、有効土壌水分が十分であって、草丈が短く、完全に地表面を覆った草地からの蒸発散量を推定する式が提唱され、この修正 Penman 法により推定される蒸発散量を

蒸発散位あるいはポテンシャル蒸発散量と定義している。

蒸発散位の推定法には、いくつかの方法が提案されてきたが、現在最も一般的に採用されている推定法は、修正 Penman 法によるものである。以下に、修正 Penman 法の概要を説明するが、以降この修正 Penman 法を単に Penman 法ということにする。

(2) Penman 法による蒸発散位の推定

Penman 法による蒸発散位の推定には、気温、日射量、風速、湿度の気象データがあればよい。日射量データがない場合には、日射時間のデータから日射量を推定して行うこともできる。Penman 法は熱収支法と空気力学的方法を組合せた方法であるため、組合せ法ともいわれる。Penman 法による蒸発散位の推定値を ET_{pen} とすると、 ET_{pen} (mm/d 換算値) は次式で表される。

$$ET_{pen} = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \cdot \frac{R_n - G}{L} + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} f(u) (e_s - e_a)$$

ここで、 Δ : 平均気温における飽和水蒸気圧曲線の勾配 (hPa/°C)

γ : 乾湿計 (サイクロメータ) 定数 (hPa/°C)

R_n : 純放射量 ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$)

G : 地中熱流量 ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$: 一般的に $G \approx 0$)

L : 蒸発の潜熱 (MJ/kg)

$f(u)$: 風速関数

u : 風速 (m/s)

例えば、 $f(u) = 0.26 \cdot (1.0 + 0.54 u)$

$e_s - e_a$: 飽差 (hPa : 飽和水蒸気圧 (e_s) と水蒸気圧 (e_a) との差)

ただし、ここに記した単位の取り方、風速関数の与え方は一例である。

Δ 、 γ 、 L 及び飽差 ($e_s - e_a$) は平均気温、湿度が与えられると求められる値である。また、 R_n は日射量データから計算によって推定でき、 G は通常 R_n と比較して無視できる大きさである。

以上のことから、Penman 法による蒸発散位の推定は、現在では通常行われている気象観測で得られる気温、日射量、風速、湿度の気象データによって可能になっており、しかも簡単なベシックプログラムによって、これらのデータを入力すれば容易に蒸発散位の推定値を得ることができる。

(3) 蒸発散量の推定

蒸発散位は気象条件によって決まる値であるが、作物が栽培されているほ場からの蒸発散量(実蒸発散量)は、蒸発を引き起こす気象状態と、水分を放出する側の作物とほ場の水分状態によって決まる。一般に用水計画では、気象の影響を蒸発散位で表し、作物の特性とほ場の状態による影響を作物係数で表し、その積として蒸発散量を推定する方法が採られている。

蒸発散量 = 作物係数 × 蒸発散位

したがって、かんがいに必要な用水量を推定する際に、気象条件から蒸発散位を推定することは、今後の用水機場の管理上必要不可欠な業務になると考えられる。

この配水量と蒸発散位の実態の例を図-5. 参6に示す。

(4) Penman 法による蒸発散位の推定プログラム

Penman 法による蒸発散位の推定計算プログラムの例を表-4.10 に示す。

表-4.10 Penman 法による ET_{pen} 計算プログラムの例

100	REM PENMAN ET CALCULATION PROGRAM	: ペンマン ET の計算
110	INPUT "SUNRAD-THEOR" ; SRT	: 大気外理論日射量 ($MJ \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$)
120	INPUT "SUNRAD-OBSER" ; SRO	: 日射量 (観測値) ($MJ \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$)
130	INPUT "MEAN AIR TEMP" ; TA	: 日平均気温 (観測値) ($^{\circ}C$)
140	INPUT "MEAN REL HUMID" ; RH	: 日平均湿度 (観測値) (%)
150	INPUT "MEAN WIND SPEED" ; U	: 日平均風速 (観測値) (m/s)
160	ES=6.11*EXP(17.4*TA/(239+TA))	: e_s (hPa)
170	EA=RH/100*ES	: e_a (hPa)
180	DVP=ES-EA	: 飽差 (hPa) = $e_s - e_a$
190	DEL=ES*17.4*239/(239+TA) ²	: Δ (hPa/ $^{\circ}C$)
200	RAM=2.50-0.0024*TA	: L (MJ/kg)
210	GAM=0.66	: γ (hPa/ $^{\circ}C$)
220	FU=0.26*(1.00+0.54*U)	: 風速関数
230	IF SRT=0 THEN 260	: 純放射量推定式が得られている場合は 260 へ
240	ALWR=(0.325-0.044*SQR(EA))*11.7*10 ⁻⁸ *(273+TA) ⁴ *(1.22*SRO/SRT-0.18)/23.4	: 有効長波放射
250	RN=(1-0.2)*SRO-ALWR	: 純放射量 ($MJ \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$)
255	GOTO 270	
260	RN=0.72*SRO	: 純放射量推定式 ($MJ \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$)
270	ETP1=DEL/(DEL+GAM)*RN/RAM	: ET_{pen1} (第1項)
275	ETP2=GAM/(DEL+GAM)*FU*DVP	: ET_{pen2} (第2項)
280	ETPEN=ETP1/RAM*10	: ET_{pen} (mm/d 換算値)
290	PRINT TA, RH, U, SRO, ETPEN	: 計算結果の出力 (Display)
300	LPRINT TA, RH, U, SRO, ETPEN	: 計算結果の出力 (Printer)

純放射量を大気外理論日射量のデータを用いて推定する場合を示しているが、純放射量推定式 (260) が得られている場合には、大気外理論日射量を用いて計算する必要はないので、(110) を SRT=0 とし、(240)、(250) の計算は省略する。

(5) 蒸発散位の計算例

Penman 法による蒸発散位の推定には、先述のように気温、日射量、風速、湿度の4項目が必要である。ところで、これらのデータが分、時間、日の単位の積算値あるいは平均値として得られているかによって、その単位に対する蒸発散位が計算で求まる。実用的には蒸発散位の計算値は通常1日単位で得られれば十分であるので、1時間ごとの観測データがあればよいと考えられる。表-4.11 に日データに基づく計算結果の例を、宮崎大学農学部気象観測露場データを用いて示す。ここでは渇水年であった1994年7月12日の計算例と、1日ごとのデータに基づく計算結果を月報として整理している。

表-4.11 Penman 法による ET_{pen} 計算結果の例 1994. 7. 12

100	REM PENMAN ET CALCULATION PROGRAM	: ペンマン ET の計算
110	SRT=0	: 大気外理論日射量 ($MJ \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$)
120	SRO=27. 2	: 日射量 (観測値) ($MJ \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$)
130	TA=28. 4	: 日平均気温 (観測値) ($^{\circ}C$)
140	RH=71. 1	: 日平均湿度 (観測値) (%)
150	U=2. 5	: 日平均風速 (観測値) (m/s)
160	ES =6. 11*EXP(17. 4*TA/(239+TA)) =6. 11*EXP(17. 4*28. 4/(239+28. 4)) =38. 78	: e_s (hPa)
170	EA =RH/100*ES =71. 1/100*38. 78 =27. 57	: e_a (hPa)
180	DVP =ES-EA =38. 78-27. 57 =11. 21	: 飽差 (hPa) = $e_s - e_a$
190	DEL =ES*17. 4*239/(239+TA) ² =38. 78*17. 4*239/(239+28. 4) ² =2. 255	: Δ (hPa/ $^{\circ}C$)
200	RAM =2. 50-0. 0024*TA =2. 50-0. 0024*28. 4 =2. 43	: L (MJ/kg)
210	GAM =0. 66	: γ = 0. 66 (hPa/ $^{\circ}C$)
220	FU =0. 26*(1. 00+0. 54*U) =0. 26*(1. 00+0. 54*2. 5) =0. 611	: 風速関数
230	IF SRT=0 THEN 260	: 純放射量推定式が得られている場合は 260 へ
純放射量をこの日の大気外理論日射量($41. 8^{**}MJ \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$)から推定する場合		
240	ALWR =(0. 325-0. 044*SQR(EA))*11. 7*10 ⁻⁸ *(273+TA) ⁴ *(1. 22*SRO/SRT-0. 18)/23. 4 =(0. 325-0. 044* $\sqrt{27. 57}$)*11. 7*10 ⁻⁸ *(273+28. 4) ⁴ *(1. 22*27. 2/41. 8-0. 18)/23. 4 =55. 7/23. 4=2. 38	: 有効長波放射
250	RN =(1-0. 2)*SRO-ALWR =0. 8*27. 2-2. 38=19. 38	: 純放射量 ($MJ \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$)
255	GOTO 270	
※大気外理論日射量は理論式若しくは数表を参照して求める。		
260	RN =0. 72*SRO =0. 72*27. 2 =19. 58	: 純放射量推定式 ($MJ \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$)
270	ETP1 =DEL/(DEL+GAM)*RN/RAM =2. 255/(2. 255+0. 66)*19. 58/2. 43 =6. 23	: ET_{pen1} (第1項)
275	ETP2 =GAM/(DEL+GAM)*FU*DVP =0. 66/(2. 255+0. 66)*0. 611*11. 21 =1. 55	: ET_{pen2} (第2項)
280	ETPEN =ETP1+ETP2 =6. 23+1. 55 =7. 78	: ET_{pen} (mm/d 換算値)

以上の計算結果より、Penman 法による 1994 年 7 月 12 日の蒸発散位は 7.78mm/d となる。
同様にして得られた 1994 年 7 月の計算結果を月報として表-4.12 に示す。

表-4.12 Penman 法による 1994 年 7 月の計算結果

日	平均気温 (°C)	平均湿度 (%)	平均風速 (m/s)	日射量 (MJ・m ² /d ³)	ET _{pen1} (mm/d)	ET _{pen2} (mm/d)	ET _{pen} (mm/d)	蒸発量 (mm/d)	降水量 (mm/d)
1	28.2	80.7	2.1	19.71	4.50	0.94	5.44	5.4	0.0
2	28.5	79.3	2.2	21.32	4.89	1.04	5.93	5.7	0.0
3	28.5	80.8	2.2	23.92	5.49	0.96	6.45	5.1	0.0
4	28.6	78.2	2.3	26.06	5.98	1.12	7.10	6.5	0.0
5	27.7	83.0	2.4	24.70	5.61	0.88	6.49	4.2	0.0
6	29.4	74.7	2.8	25.05	5.81	1.48	7.29	5.9	0.0
7	29.4	75.2	2.8	24.69	5.72	1.45	7.17	5.7	0.0
8	27.8	85.8	2.3	25.24	5.74	0.72	6.46	5.0	0.0
9	27.5	90.5	2.1	22.04	4.99	0.45	5.45	5.0	0.0
10	28.1	83.1	2.2	23.80	5.43	0.84	6.27	4.6	0.0
11	28.5	74.2	2.8	26.60	6.10	1.48	7.58	5.2	0.0
12	28.4	71.1	2.5	27.20	6.23	1.55	7.78	6.2	0.0
13	28.8	77.1	2.4	25.80	5.94	1.21	7.15	5.1	0.0
14	28.6	85.5	2.5	24.40	5.60	0.78	6.38	5.0	0.0
15	28.7	85.1	2.6	24.50	5.63	0.82	6.45	5.1	0.0
16	29.1	84.6	2.3	24.50	5.66	0.80	6.46	4.4	0.0
17	28.5	87.8	2.2	23.50	5.39	0.61	6.00	5.2	0.0
18	28.0	87.2	2.2	24.00	5.47	0.63	6.10	4.3	0.0
19	28.1	81.0	2.3	20.76	4.74	0.97	5.70	5.2	0.0
20	27.3	84.2	2.3	22.93	5.18	0.79	5.97	6.4	0.0
21	27.3	87.0	2.3	21.63	4.89	0.65	5.54	5.8	0.0
22	28.2	77.4	2.2	17.03	3.89	1.12	5.02	5.3	0.0
23	26.5	88.9	3.8	8.82	1.97	0.75	2.72	2.0	33.5
24	24.7	92.3	3.7	2.16	0.47	0.49	0.96	0.6	61.5
25	26.1	86.1	2.4	8.48	1.88	0.70	2.58	1.3	6.5
26	28.2	83.0	1.7	14.28	3.26	0.74	4.00	4.0	0.5
27	26.6	93.9	1.8	12.13	2.71	0.27	2.98	1.9	18.0
28	27.2	90.7	2.3	21.72	4.90	0.47	5.36	4.4	0.0
29	26.8	91.8	1.6	9.69	2.17	0.34	2.51	2.2	0.0
30	27.1	90.6	2.0	15.61	3.52	0.44	3.95	3.0	0.0
31	27.1	93.6	2.7	11.77	2.65	0.35	3.00	2.0	23.0

5. 利水管理

利水管理は、取水管理と配水管理に区分される。用水機場の利水管理に当たっては、河川法第 90 条に基づき定められた水利使用規則等を遵守するとともに、水源状況と受益地の営農状況等を考慮して農業用水の安定的な供給に努めることとし、その記録を保存する必要がある。渇水時には受益地内部の調整及び利水者間での調整が必要となることから、水利協議会や施設を共用する他の利水者として組織する水利調整協議会において、さらに水系レベルの節水対策協議会等がある地域では、当該組織を通じてあらかじめその対応を検討しておくことが望ましい。

また、利水管理に当たっては、エネルギーの需給構造の変化等を踏まえ、省エネルギーの推進を図ることが重要である。

5.1 一般事項

年間取水計画は、作物の種類、作付面積、作付時期等、受益地の営農計画を基本として、農業用水に内在する防火用水、消流雪用水等、地域用水機能の発揮についても勘案しつつ、作成するものとする。

作成に当たっては、農業改良普及センター、市町村、農業協同組合等から情報収集しながら過去の取水実績を踏まえるとともに、水利協議会等により、水源状況や水利用状況の変化に応じた年間取水計画を検討することも必要である。

【参 考】

(1) 河川法と水利権

1) 水利権の定義

水利権とは、広義には、河川水等の公水を排他的かつ継続的に使用する権利である。河川法に基づく河川水の利用の権利のみならず、ため池、溪流等その種類を問わず排他的かつ継続的である点で権利として保護されるものであり、この権利によりその水の安定的な利用が可能となる。

土地改良事業による河川協議において主として取り扱うのは、河川法が適用又は準用される河川の流水を排他的かつ継続的に使用する権利である。

2) 水利権の取得

国営土地改良事業により造成された用水機場で新たに水利権を取得する場合には、農林水産大臣と河川管理者において、河川法第 23 条に規定される「河川の流水を占有」することに関する協議により当該施設の所有者たる農林水産大臣が水利権を取得することとなる。

ただし、国営土地改良事業地区内であっても、関連する都道府県営土地改良事業等により造成される用水機場については都道府県知事等、当該施設の所有者が水利権を取得することとなる。

3) 水利使用規則

河川法に基づく許可等に際して河川管理者は、適正な河川の管理を確保するため必要な最小限度のものに限り、かつ、許可、登録又は承認を受けた者に対し、不当な義務を課することにならない範囲で条件を付することができることとされている（河川法第90条）。流水の占有に関する許可に際しては、水利使用規則として許可の内容とともに条件が付されることが一般的である。

水利使用規則の主な内容は、表-5. 参1のとおりである。

表-5. 参1 水利使用規則の主な内容

項 目	内 容
水利使用の目的	許可に当たっての目的が記載される。このため、この記載される目的以外の目的で河川水を利用することはできない。 なお、水利使用規則に記載されている目的以外の目的で河川水を利用する場合や水利権取得時の受益地以外の受益地に河川水を補給する場合には、水利権の変更を行う必要がある。
取水口等の位置	水利使用の許可を受けた取水口、注水口等の名称及び位置について記載する。
取水量等	河川から取水する量と取水する期間が記載される。取水は、この条件の範囲以内で行わなければならない。 なお、水利権によっては、河川から取水する年間総量や日総量が記載されているものもある。
貯留、取水制限流量	河川水をダムに貯留又は取水口から取水する場合に河川の流量が一定以上の場合に限り、貯留又は取水することができる条件が付されることが一般的である。この一定量を貯留、取水制限流量という。
工作物の位置等	河川区域内に設置されるダム、取水口、用水機場等の位置と土地の占有面積が記載される。
許可の期間	農業用水の場合、水利権者には通常10年間の許可期限が与えられる。この許可期限が到来する場合、通常、水利権者は許可期限の6か月前から1か月前までの間に水利権の更新を行う必要がある。
管理規程又は取水規程	水利使用規則に基づき、管理規程や取水規程の作成が義務付けられ、河川管理者の承認を受ける必要がある。施設完成後の取水や施設の管理は、これに基づき行う必要がある。
取水量の測定、報告義務	水利権者には、取水量の測定とその結果を河川管理者に報告することが義務付けられる。 なお、取水量の報告は、各年度の取水量をまとめて年1回報告するのが一般的であるが、月ごとに報告するものもある。
取水量等の変更の協議	かんがい面積の減少その他の理由により、水利使用規則に係る取水量等が変更したときは、水利使用規則の変更のための協議をしなければならない旨の条件が付される。

4) 水利権の変更

① 農業用水の使用形態の変化による水利権の変更

営農形態の変化等により農業用水の使用形態は大きく変化する。

これまでも、水稻においては、機械化の進展による田植時期の集中や多品種米の作付面積の増加等により、かんがい期が多様化する傾向にあった。近年、大規模経営体へ農地の利用集積が進む等の農業構造の変化、直播栽培や飼料用米の導入等の品種の多様化、気候変動に伴う冷害や高温障害対策等による水需要の変化が生じている。この結果、かんがい期間の長期化や必要水量が増加する等、用水需要が大きく変化することにより、水利権の内容の変更が必要となる場合も予想される。このような場合に備えて、日頃から地域の営農状況や用水需要の変化等を把握し、適時適切に協議を行うための情報の収集、整理を進めておくことが重要である。このほか、農地の転用状況について関係土地改良区や農業委員会等から情報を収集し、用水系統別に取りまとめ、水利権更新や変更に備えることも重要となる。

② 期別必要水量の変化への対応

農業用水は、かんがい期間内において期別の必要水量が大きく変化するため、水利権の設定においても期別に最大取水量を定めている。この期別の最大取水量や年間総取水量等が水利使用規則に定められた設定からはみだす部分については、既存の地区内の水源で対応が困難な場合、新規に水利権を取得する必要がある。新規に水利権を取得する際、河川流量に余裕がないときは水源施設を設置することが必要となるが、農業単独のダム等から用水補給を受けている地区にあつては、ダムの運用を変更することで水源措置の対応が可能な場合もある。しかしながら、農業以外の利水者が関係しているダム等に依存している場合は、既得の他の利水者に対して影響を及ぼすこともあり、運用変更等の調整が困難な場合がある。

5.2 取水管理

5.2.1 取水調整

取水管理に当たっては、河川法第90条に基づき定められた水利使用規則等を遵守するとともに、受益者や市町村等の関係者と常に連携し、受益地内の営農状況、水源状況、気象・水象の状況等を把握した上で、農業用水の有効利用に配慮して、年間取水計画に基づき行うものとする。

(1) 関係者との連携

取水する河川に、ダム、頭首工、用水機場等の水利施設がある場合は、取水等に必要な流量が確保できるよう相互に連携する必要がある。特に電力会社のダムがある場合は、発電量により河川流量が変動するため、ダム管理者と密に情報交換を行う必要がある。

また、農業用水は天候により作物の生育状態が大きく左右され、取水量が変動することから、過去の取水実績量や河川流量を参考に、安定的な取水に努めるものとする。高度な水利用をしている河川では、関係利水者により構成される水利調整協議会等を設け、取水に関する情報交換や調整、協議を行い円滑な取水に当たることが望ましい。

(2) 取水における留意事項

通年通水として裏作等のかんがい用水を取水するときも、夏季かんがいに準じて取水するが、夏季に比べてかんがい場所が分散している場合には、送水ロスが多いことを念頭において取水量を決める必要がある。

また、パイプライン区域では寒冷地を除き管内に水を充水しておくことが事故発生時の破損箇所早期発見につながることから、水圧の調整、管内ロスの補給としてある程度の取水量を見込むことが望ましい。

地域用水は、農業・農村の維持・発展に係る利水の総体である農業用水のうち、かんがい用水以外の用水を指すとされ、野菜・農機具の洗浄等の生活用水や混住化地域での防火用水・親水用水、積雪地域での消流雪用水等がある。地域用水としての機能が発揮される度合いは地区の置かれた状況によって異なることから、全ての地区において一律に勘案する必要があるものではない。

(3) 近傍排水機場との連携

当該用水機場の近傍に排水機場が存在する場合は、地域の湛水被害を未然に防止するため、洪水時の排水機場の運転と連携することが望ましい。

5.2.2 営農形態の変化に伴う水需要量の変化に対応した管理

営農形態の変化によっては、取水量及び取水期間の見直しを行う必要がある。このため、過去の取水実績や水源状況を加味し、少なくとも旬別に取水量を把握する必要がある。また、ダム等の管理者と連携を密にし、取水に必要な流量を確保できるよう努めることが重要である。

国営土地改良事業完了後の土地利用・営農形態が変化しても水路の通水断面及びポンプ規模・能力は建設当時と何ら変わらない。このため、必要分水位の確保や用水需給に適応したポンプ能力、末端までの到達時間等、現況の水理・水利用機能を診断し、その変化に対応するための改善策が重要である。

【参 考】

施設管理者により取り組まれている営農形態の変化に伴う水需要の変化に対応した管理について、事例を以下に示す。

(1) アンケート調査をもとに転作面積等を把握して年間取水計画を作成（A 土地改良区）

かんがい開始前に各水利組合・集落から用水ブロックごとの転作状況の聞き取りや通水開始希望日のアンケート調査を行い、年間取水計画、用水ブロックごとの通水時期や用水量等の配水計画を決定する（図-5. 参1 参照）。

1～2月	各集落で会合を実施（農業全般に関する事項）
2月上旬	各水利組合・集落を対象に当該年度の配水に係るアンケート調査を実施
2月中旬	用水調整委員会の開催：アンケート結果に基づき年間取水計画を決定
3月	用水ブロック委員会の開催：17用水ブロックの配水計画を決定
4月	通水開始

図-5. 参1 各水利組合・集落へのアンケート調査を実施し、当該年度の配水計画を策定している事例

- (2) 営農サイドと水利サイドとの連携及び地理情報システム（GIS）を導入した土地利用状況等の管理（B 土地改良区）

農地の利用集積等の農業構造の変化が進み、土地所有者と耕作者との分離が進行する中で、毎年度の耕作者や土地利用状況の情報について、各集落に存在する農事改良組合を通じて聞き取り調査を実施し把握している。次年度の年間送水計画の策定に当たっては、聞き取り結果をもとに農業協同組合と打合せを行い、営農サイドと水利サイドとの連携を図った内容としている。

また、聞き取った情報について、地理情報システム（GIS）を活用した見える化により日常の水利利用状況の管理等に利用している。

- (3) 営農サイドによる合理的な水管理の検討（C 土地改良区）

ある用水ブロックの大宗を占める大規模経営体が、施設の管理組織である水利委員となり、配水操作管理を行うことによって、合理的な水管理を実施しつつ、不足する水利委員の確保を図る体制を検討している（図-5. 参2 参照）。

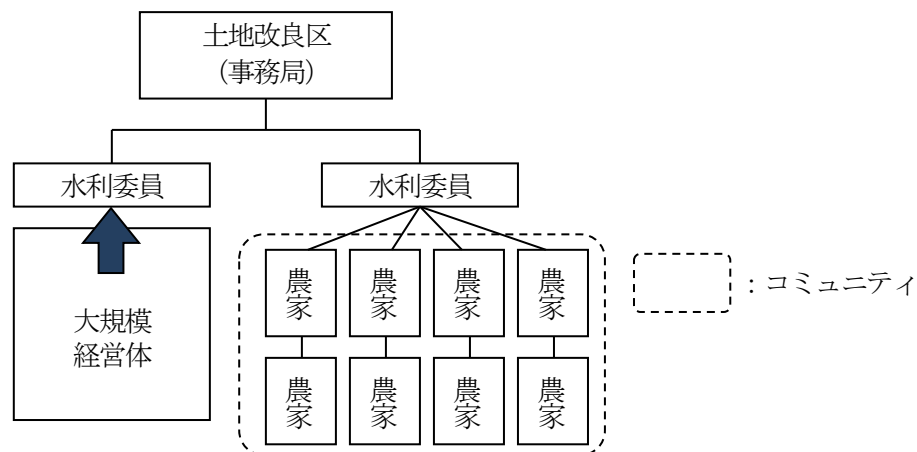


図-5. 参2 大規模経営体が水利委員を担う体制のイメージ

5.2.3 節水対策及び利水管理の工夫

用水機場での取水（揚水）に当たっては、水源状況と受益地の営農状況等を考慮して、適正に管理することとなるが、用水機場は電力を使うことが多い施設であるため、降雨による有効雨量をポンプの運転時間の短縮に反映させることで、節水、節電につなげることが重要である。このため、降雨状況を考慮して用水機場の取水量（揚水量）を抑えたり、まとまった降雨直後はポンプを停止又は台数を減らして運転することが望ましい。

【参 考】

施設管理者により取り組まれている節水対策及び利水管理の工夫について、事例を以下に示す。

(1) 日常の利水管理の工夫

用水機場の運転について、断水期間を設定し、隔日のポンプ運転や週1回のポンプ停止を行うとともに、分土工での流量管理により水の無駄遣いを防止したり、受益地内を巡視して用水の需要を確認する。

また、広報誌等を配付して節水を呼びかけ、末端水利用者への水管理指導を実施する。

(2) メール配信サービスを活用した送水情報の提供（D 土地改良区）

あらかじめメール配信サービスの登録をした組合員に対し、取水が集中した場合に取水を控えることや、ポンプ施設の故障等に伴う送水停止の連絡をメール配信している（図-5.参3参照）。

水源情報の見える化により、営農者の作業計画への利用や節水意識の向上、土地改良区への問い合わせ件数の減少等が期待できる。

【送水停止（節水）】	【送水停止（雷）】	【ポンプ故障（不具合）】	【ポンプ故障（不具合）】
From: ○○ To: ○○ 件名 ○○送水情報 ○年○月○日○時○分 多くの地域で用水不足が発生しております。 無効放流している田んぼが散見され、そのため水压降下もしくは水が出ない状態となっております。水が入り次第取水を止めていただくようお願いいたします。	From: ○○ To: ○○ 件名 ○○送水情報 ○年○月○日○時○分 雷雨のため、送水を中止します。明日（○日）は、朝からの送水を見合わせます。 ご理解とご協力をお願いします。	From: ○○ To: ○○ 件名 ○○送水情報 ○年○月○日○時○分 現在、ポンプの不具合のため、朝の送水を見合わせております。 復旧次第、送水開始予定です。ご理解とご協力をお願いします。	From: ○○ To: ○○ 件名 ○○送水情報 ○年○月○日○時○分 ○○町で給水栓損傷による漏水が発生したため、○○分水工区域（○○町全域）の送水を停止しております。 復旧工事完了後、送水を再開いたしますので、ご理解とご協力をお願いします。

図-5.参3 メール配信による送水情報の提供の事例

(3) メール配信サービスを活用した水管理情報の把握（E 土地改良区）

パイプラインの水管理において、特定の分土工地点で設定の流量を超過した場合に、中央管理所の水管理システムから土地改良区職員の携帯電話へ警報メールが送信され、その情報を土地改良区職員が地元の水管理人に連絡して、末端の水量を調整している（図-5.参4参照）。

また、主要分水工の流量把握により、休日・夜間を問わず漏水等の緊急事態の場所の特定や原因究明、応急対応等にも時間短縮が可能となっている。

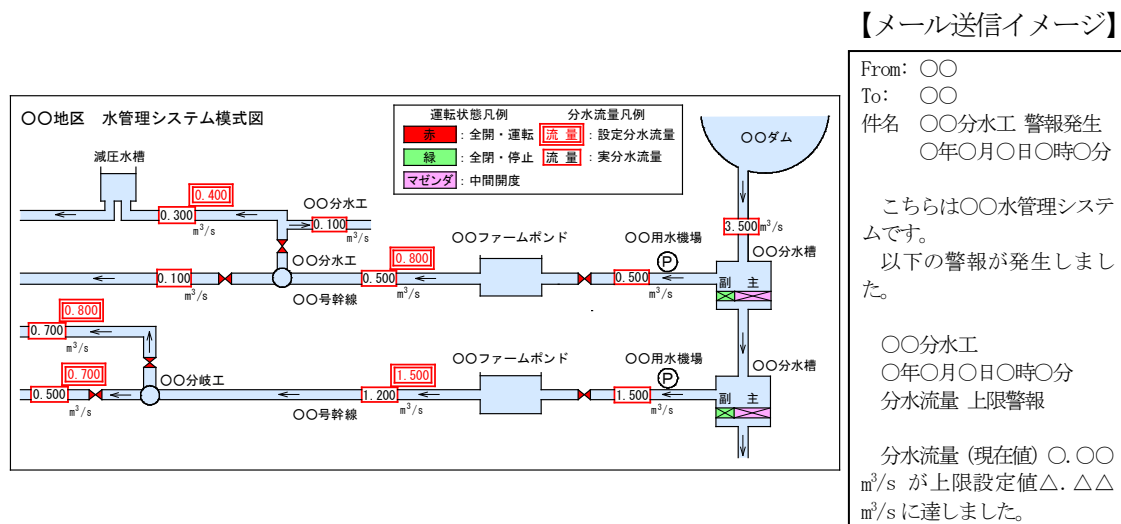


図-5. 参 4 メール配信による水管理情報の把握の事例

5.2.4 取水口上流の河川への排水による水質の悪化に対応した措置

取水口上流に流入する排水により水質が悪化することが懸念される場合は、汚濁原因を調べて汚濁負荷を低減する取組を地域に働きかけることが望ましい。

また、悪化した場合は、関係市町村による地域協議会等において対策を検討することも必要である。

5.2.5 取水記録

取水に関するデータの適切な記録、整理及びその蓄積は、適正な取水管理、設備の維持管理に不可欠である。また、ポンプ運転記録は、設備機能の経年変化の傾向把握や点検及び整備に当たっての資料として重要である。

ポンプ設備の大規模化、自動化及び広域化により必要電力の消費量も大きくなってきている。また、施設の公益性が高くなり、故障・事故への防止対策の重要性が益々高まるとともに、長期間にわたる良好な機能の維持が必要となっている。このため、常時監視状況を記録に残し、設備機能の経年変化の傾向を把握するとともに、故障発生等の予知が可能となるように、施設の運転記録、操作状況の分析を行い、維持管理におけるトラブル等を最小限に抑えるようデータの整理を行う必要がある。

【参 考】

運転日誌の例を表-5. 参2に示す。

表-5. 参2 ○ ○ 用 水 機 場 運 転 日 誌 (例)

年 月 日 (曜日)

項目 時刻	受 電				積算電 力量計	水 位		1号機						2号機	3号機	4号機	備 考
	電力 (kW)	電圧 (kV)	電流 (A)	力率 (%)	検針値 (×100) (kWh)	吸入 水槽水位 (m)	吐出し 水槽水位 (m)	電圧 (V)	電流 (A)	起動	停止	弁開度 (%)	温度(℃) 電動機 減速機				
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
運 転 時 間 (h)		1号機		2号機		3号機		4号機		記 事							
	前日累計																
	日計																
	累計																
気 象	項目 時刻	気温 (℃)	天候														
	9																

5.3 配水管理

5.3.1 配水の基本的考え方

配水管理は、農業用水を有効に利用するために、配水系施設の特性と気象・水象の状況を把握した上で、営農状況等を考慮して、必要な水量の安定供給を図ることを基本とする。

必要な水量とその配水に関して、図-5.1に水利用の形態と配水管理との関係を示す。配水管理のあり方は、水利用の形態が通年であるか否か、その必要水量は変化するか否か、必要水量を取水可能であるか否か、また、取水（揚水）した後、配水操作が可能であるか否か、供給主導型であるか需要主導型であるかによって大きく異なることになる。用水機場の実揚程は、低平地の比較的小さいものから、台地上の農地への比較的大きいものまで幅広く、その利用形態から生じる特性により相当異なる。したがって、水利用形態に応じて、受益地の必要水量は、用水機場に接続する吐出し水槽、ファームポンド（以下「FP」という。）、調整池、上段ポンプ等によって確実に揚水・配水される必要がある。また、用水機場の維持管理には、揚水に運転経費がかかるので、必要水量の正確な予測、及びそれに基づく揚水管理・配水管理が重要である。

5.3.2 配水機構と配水組織

用水機場に関連する配水管理は、配水機構（正確には取水・揚水から配水までのメカニズム）と配水組織（配水システム）によって、その管理方式が異なる。

用水機場に関連する配水機構は以下のような取水、揚水、配水の組合せが考えられる。

①取水＝揚水＝配水 ②取水≠揚水＝配水 ③取水＝揚水≠配水 ④取水≠揚水≠配水

①は、取水と揚水と配水が一体、②は、揚水と配水が一体、となった機構を指す。①の場合、配水管理は取水管理によって、②の場合、配水管理は揚水管理によって決定され、配水管理が単独にできるものではない。③は、取水と揚水が一体となった機構で、配水が取水・揚水とは独立した機構を指す。④は、取水と揚水と配水がまったく独立した機構を指す。したがって、用水機場に関連する配水管理は取水・揚水・配水機構がどのタイプであるかによって管理形態が異なる。

ところで、用水機場に関連する配水管理は揚水後の配水システムにおいて特殊な場合を除き基本的に、オープンタイプかクローズドタイプであるかによって供給主導型・需要主導型の2とおりの管理方式をとることになる（土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」（平成21年3月）、2.3水管理形式の区分参照）。

オープンタイプは、パイプラインに沿った要所に自由水面を持つスタンド（立ち上がり）を配置した形式をいい、クローズドタイプは、上流から末端まで閉管路で流水が連続し、末端の給水栓を開くことにより所要の水量及び水压を得る形式をいう。

需要主導型においては、需要量に相当する水量を前述の配水機構の各タイプに応じて、それぞれ取水段階、揚水段階において対応し、使用される水量を揚水することになる（【参考】配水池、FP等の水位管理参照）。

なお、水量が不足すると考えられる場合には、需要者に節水を呼びかけ使用水量を減少させることで実質的な対応を行う必要がある（図-5.1参照）。

【参 考】

水管理形式の概要を表-5. 参3に、パイプライン形式（オープンタイプ、セミクローズドタイプ、クローズドタイプ）を図-5. 参5に示す。

表-5. 参3 水管理形式の概要及びパイプライン形式との関係

水管理形式	需要主導型の水管理	供給主導型の水管理
概 要	上水道の水管理方法と同じく、需要者が必要なとき給水栓が操作され、その需要量をまかなうように給水するもの。	需要者がその分水希望量（例えば、半旬ごと等）を事前に施設管理者（供給者）に申し込み、施設管理者が調整の上、水配分表を作成し、申し込み量又は調整量の範囲と時期にのみ給水するもの。
パイプライン形式との関係	① クローズドタイプ又はセミクローズドタイプパイプラインの大部分は、需要主導型の水管理に対応することが可能である。 ② オープンタイプパイプラインでも、下流定値ゲート等を導入すれば、理論的には可能であるが、現実には困難と考えてよい。 ③ 需要量に追従して水源（ポンプ等）水量を供給できるパイプラインシステムが必要である。	① オープンタイプパイプライン（開水路系）で多く採用されている上流定値の水管理方法である。 ② クローズドタイプ又はセミクローズドタイプパイプラインでも、分水量を施設管理者（供給者）が遠方制御等で規制できるシステムとした場合は、供給主導型の水管理ができる。 ③ 管網配管内では、供給主導型の水管理は事実上困難である。

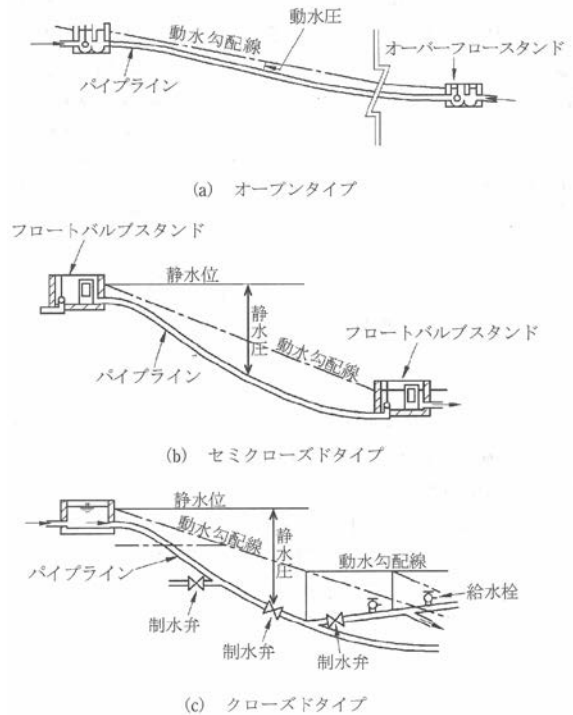


図-5. 参5 パイプライン形式

(土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」(平成21年3月) P112、238)

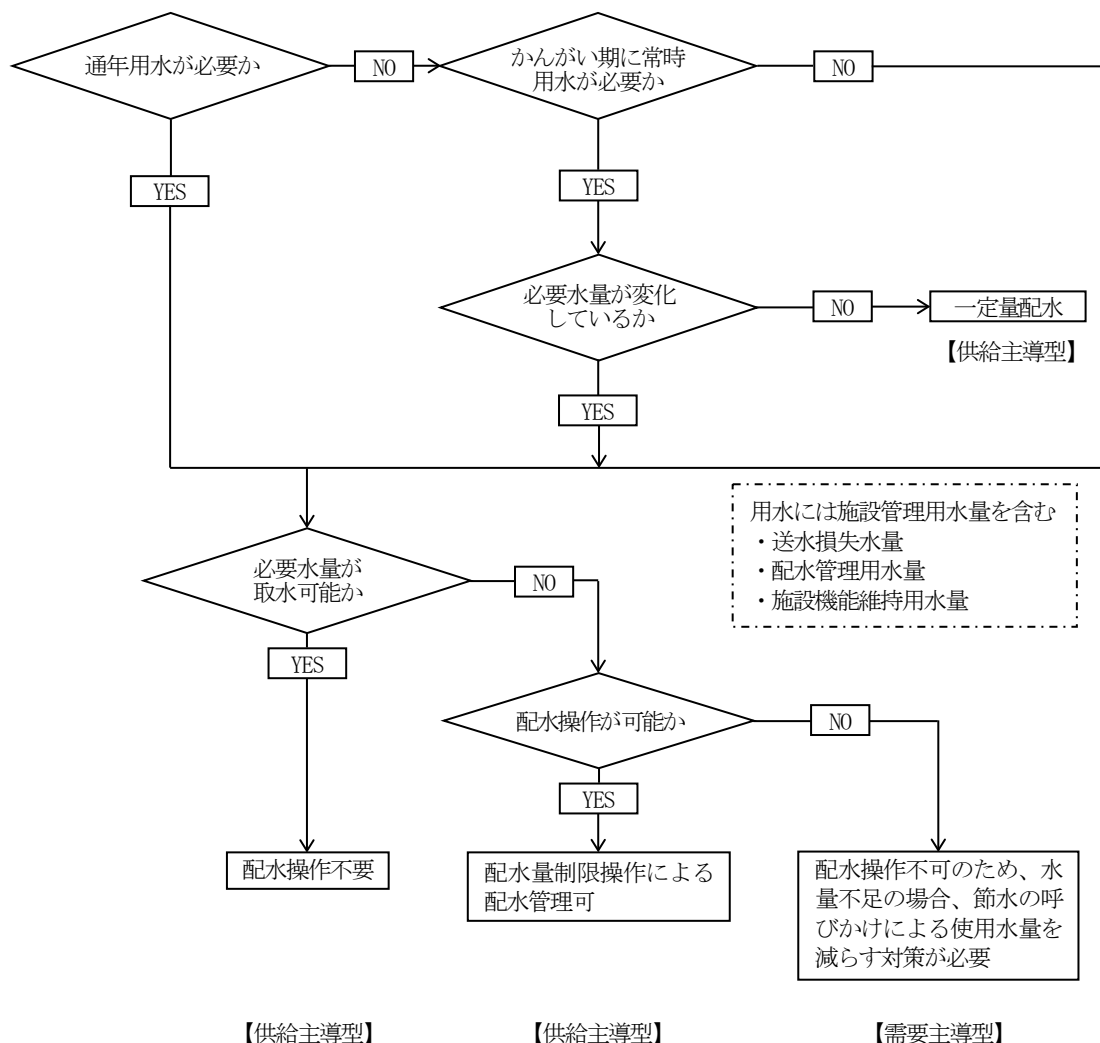


図-5.1 水利用の形態と配水管理

5.3.3 配水管理の基本事項

配水管理を考える上で、二つの基本事項がある。その一つは水利権に関与する取水可能量に対する配水量であり、ほかの一つは取水形態と配水方式に関連する管理形態である。水利用の形態と配水管理の関連のフローを概念図として図-5.1に示す。

(1) 取水可能量

取水量に関しては、水利権の関係から期別に取水可能量が設定されている。受益地の必要水量は、この水量を上限として配水可能である。したがって、配水管理においてこの期別取水可能量が基準となる。必要水量が取水可能量以内であっても、無秩序な水利用がある場合には必要水量不足の状況が生起することから、適正な配水管理が必要となる。

さらに、年間での総取水量が水利権で制限されている場合には、前述の期別取水量と同時に総取水量を常時把握しておく必要がある。

(2) 配水管理形態

配水管理形態は、需要主導型と供給主導型の2形態に大別される。このうち配水管理が実質的に可能なのは供給主導型であり、需要主導型配水システムの場合には需要者側の各受益者の水使用管理（節水）に依存することになる。

供給主導型配水システムにおける配水管理は、各受益地の水使用申請量に基づき全受益地の必要水量を算定し、配水量を決定する。この配水量の上限は当然取水可能量である。この水量は、気象・水象及びかんがい・利水状況から推定される必要水量を参考として決定されることが望ましい。

【参 考】

配水池、FP 等の水位管理

配水池、FP 等については、常時満水位を確保することが原則である。供給主導型の場合には配水量操作が可能であるので、配水池、FP 等について常時満水位を確保することは容易である。しかし、需要主導型の配水方式の場合には常時満水位を確保するため、需要量に伴う水位低下に見合う取水・揚水が必要であって、このことは取水可能量に問題がなく、しかも揚水に伴う経費増加も可能な場合に限られる。

したがって、配水池、FP 等について満水位を確保することは、状況に応じて対応することになる。

5.3.4 基準配水量の策定

揚水量＝配水量の場合、及びこれに準ずる場合には、配水量は以下のように定義される。

基準配水量は、土地改良事業計画設計基準・設計「ポンプ場」に定義される、地区のかんがい方式、かんがい期間等を考慮して平年次について決定される常時揚水量に相当する水量とする。

この水量は、用水機場の維持管理に必要な年間必要経費算定の参考にするものであって、現実の配水管理の基準として使用されるものではない。

ただし、常時揚水量が実際に使用される水量（配水量）と大きく異なる場合には、基準配水量は、実態にできるだけ合致するように修正した値を用いることとする。

計画と実態との水使用量の差異を検討し、実態に合致する配水量を修正基準配水量とする。その理由には、「計画時点と受益面積が変化した」、「栽培作物が変化した」、「かんがい方法が変化した」、「水使用が多目的になった」等が考えられる。

一方、同基準で定義される、計画基準年次における計画最大揚水量に相当する配水量を計画最大配水量とする。

【参 考】

用水ポンプ場の揚水量の決定（土地改良事業計画設計基準・設計「ポンプ場」（平成18年3月）P.24）

(1) 計画最大揚水量

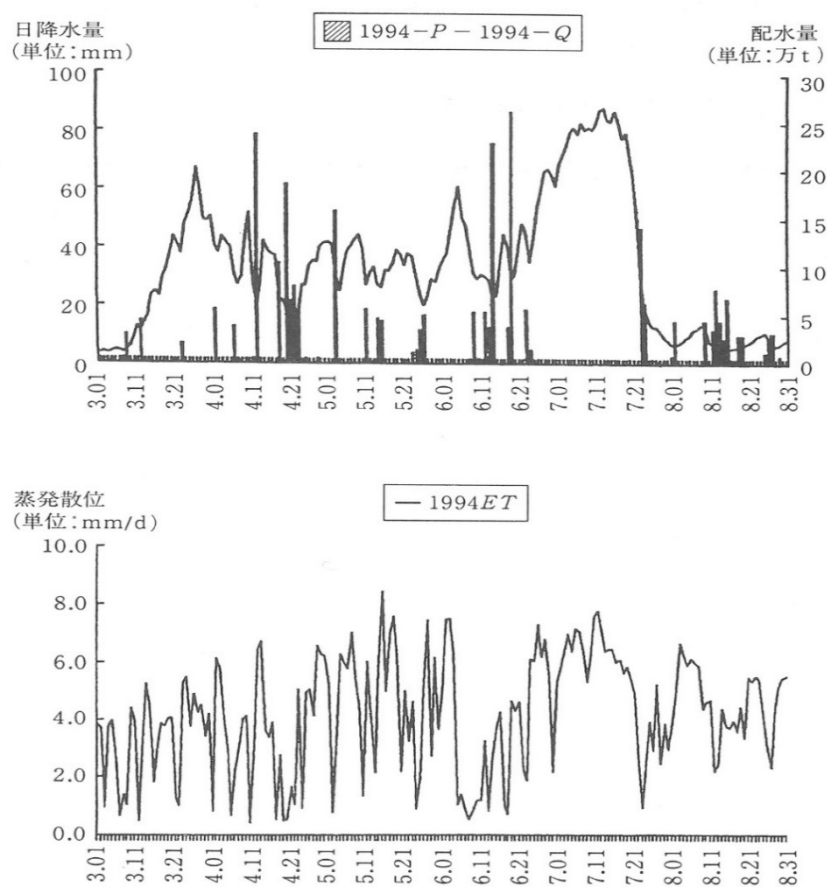
計画基準年次における計画地区の期別用水量のうち最大水量に基づいて決定する。

(2) 常時揚水量

過去 10 か年の有効雨量をもとに毎年の期別用水量の検討を行い、最も頻度の高い年間の期別用水量を常時揚水量とする。

【参 考】

配水量と蒸発散位の実態の例を図-5. 参 6 に示す。



注) 当地区では畑作は通年、早期水稻が3月中旬から7月下旬に栽培される
蒸発散位は当地区と約30km離れた宮崎大学気象観測データから算出推定

図-5. 参 6 日降水量と東原調整池からの配水量及び蒸発散位の経日変化との関係
一ツ瀬川土地改良区 1994年3月～8月の事例

5.4 渇水時の管理

5.4.1 渇水調整

渇水により当該用水機場の取水が満足にできない状況が予想されるときには、渇水調整を行う。

渇水調整は利害関係が錯綜し調整が難しいが、受益地内の水利協議会等の組織において早い段階から受益者間で円滑な水利使用の調整に努めるとともに、他の利水者との調整が必要な場合は、水利調整組織を通じた調整を行うこともある。

他の利水者間との調整に関して、河川法第 53 条及び第 53 条の 2 に基づく渇水時における水利使用の調整等の主な内容は次のとおりである。

(1) 水利使用の調整における協議の円滑化

渇水時における早い段階からの円滑な水利使用の調整を図るため、許可に係る水利使用が困難となった場合のみならず、困難となるおそれがある場合にも、利水者は水利使用の調整を行うよう努めなければならない。

(2) 河川管理者のあっせん又は調停

利水者間で調整が見つからない場合において河川管理者は、水利使用者から申請があったとき、又は緊急に水利使用の調整を行わなければ公共の利益に重大な支障を及ぼすおそれがあると認められるときは、水利使用の調整に関して必要なあっせん又は調停を行うことができる。

(3) 利水者相互間の水融通の円滑化

利水者は、河川管理者の承認を受けて、自己の水利権に基づく水利使用を他の利水に行わせることができる。

取水する河川にダム等の水利施設があり、複数の利水者がいる場合は、「3. 管理の組織及び体制」で述べた管理組織である水利協議会あるいは、水利調整協議会等を設け、あらかじめ期別に節水の方法、節水率を定めた上で、渇水の状況に応じた渇水予備体制（渇水呼びかけ水量、水位）、第一次節水体制（水量、水位）、第二次節水体制（水量、水位）等の対応ルールを定めておくと、各利水者は円滑に渇水調整に取り組むことができる。

【参 考】節水対策協議会の構成図、規約及び節水対策基準の例は、渇水時に利水者が自ら調整することを目的として、水利調整協議会の中に節水対策協議会という組織を設けて調整している場合の例である。

また、ダム等がない河川で取水している場合においても、あらかじめ、期別に渇水体制に入る河川流量、水位を定めておくことが必要である。

いずれの場合も、水利開発の状況等により水利秩序を維持する体制がある場合は、この秩序を尊重し、公平を期するものとする。

水利協議会や水利調整協議会の調整だけでは水利使用に大きく支障が生じる場合は、さらに水系単位で利水者を中心とした渇水調整支援連絡会を設け、水系内の他の利水者との調整をしている例がある。このため、できるだけ早い時期から詳細な河川情報等を得て、具体的な対策を検討して調整を進めることが必要となる。

渇水調整は、これらの組織で極力調整を図っていくが、調整が見つからない場合は、河川管理者が組

織する渇水調整協議会等において、河川管理者の助言や提言を受けて調整されることになる。この場合にあっても、農業用水の利水者として参画して意見を述べ、水融通等の適正な調整が行われ、節水に当たっての混乱を極力少なくすることが大事である。河川法第 53 条の 2 に基づく異常な渇水時における水利使用許可の変更手続は、河川管理者による簡易な審査で行えることになるため、利水者間で緊密に調整しておくことが重要である。

渇水調整のときに基準とする取水量は、無降雨の期間等により必要水量に差異があるため、過去の 5 か年の旬別又は半旬別の最大値を基準取水量として、作物の生育状況、水源状況、気象・水象の状況等から、節水方法及び基準取水量に節水率を乗じて求める配分量を定めることが望ましい。

また、節水開始は、会議の招集時期や受益者への連絡期間に留意して決める必要がある。

【参 考】

節水対策協議会の構成図、規約及び節水対策基準の例

(1) 構成図の例

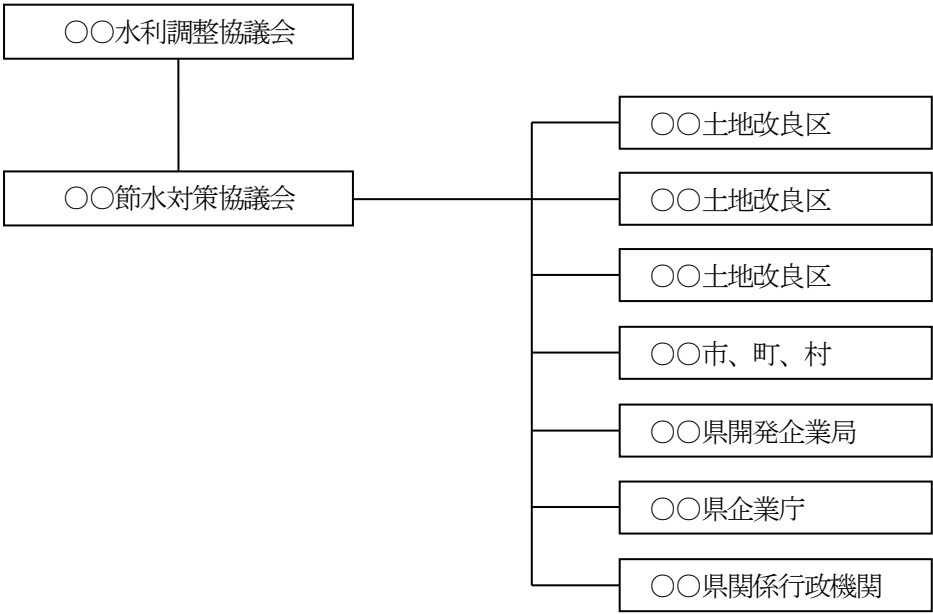


図-5. 参 7 節水対策協議会構成図の例

(2) 規約の例

〇〇節水対策協議会規約

(目 的)

第 1 条 〇〇土地改良事業の重要性にかんがみ、渇水時における用水の節水と利用者への適正、円滑な配水対策を検討し、実施するために、〇〇水利調整協議会の中に〇〇節水対策協議会（以下「協議会」という。）を置く。

(業 務)

第2条 協議会は、次の業務を行うものとする。

- (1) 渇水時における気象・水象等関係資料の収集、検討。
- (2) 渇水時における節水対策の具体策の検討と実施。
- (3) その他目的達成のため必要な事項。

(構成)

第3条 協議会に会長を置き、〇〇の長をもってあてる。

2 協議会は、次の関係機関に属する者をもって構成する。

〇〇土地改良区
〇〇土地改良区
〇〇土地改良区
〇〇市、町、村
〇〇県開発企業局
〇〇県企業庁
〇〇県関係行政機関

(運営)

第4条 協議会は、会長が必要と認めた場合に開催するものとする。

2 協議会で決定した節水対策は速やかに実施し、実施後、〇〇水利調整協議会にその経過を報告するものとする。

ただし、特に重大な場合においては、〇〇水利調整協議会に事前に諮るものとする。

(資料の提供)

第5条 関係機関は渇水対策、節水の方法等に係る資料を協議会に提供するとともに諸般の情勢を十分把握して協議会の運営に協力するものとする。

(事務局)

第6条 協議会の事務局は、〇〇が担当する。

〇〇は、事務局を統括する。

2 事務局は、協議会の庶務を担当するほか、関係河川の流況、貯水池の貯水状況、用水の使用見込み量及び長期的な天気予報等、気象・水象に関する情報を把握するとともに、必要に応じて節水対策の具体策を作成して、協議会に提出するものとする。

(附則)

この規約は、〇〇年〇月〇日から施行する。

(3) 節水対策基準の例

節水対策基準

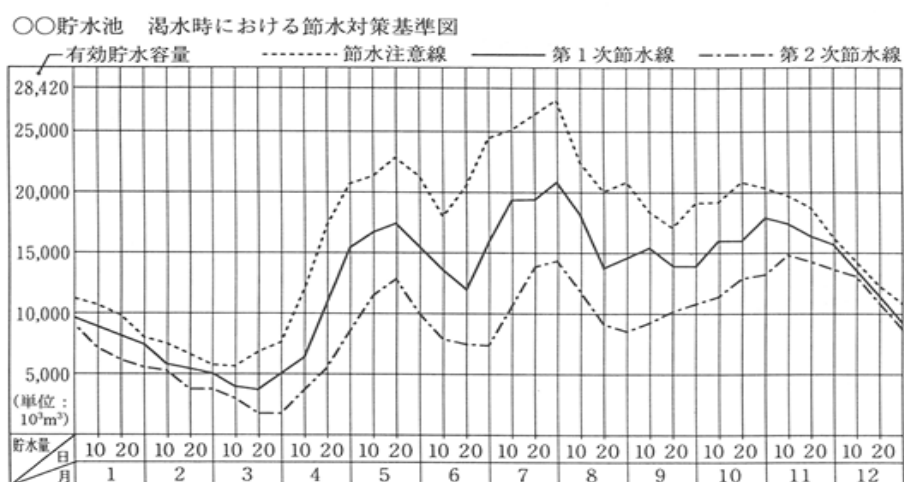
(渇水時の基準)

第1条 渇水時とは、〇〇貯水池の貯水量が渇水時における節水の基準（下図）以下になるとが予想されるとともに気象庁の天気予報等により、相当の間、降雨が期待できない等、

渇水状態が長期にわたり続くと思われる場合とする。

(節水の基準)

第2条 ○○貯水池の貯水量が下図の第1次節水線を切った場合、節水対策を実施するものとする。



【参 考】

管理の組織と水利調整を行う組織の関係

管理の組織と水利調整を行う組織は、地域の実情に応じて設けられ、様々な名称で呼ばれているが、管理基準ではこれらの名称及びそれぞれの機能を図-5. 参 8 のとおり整理している。

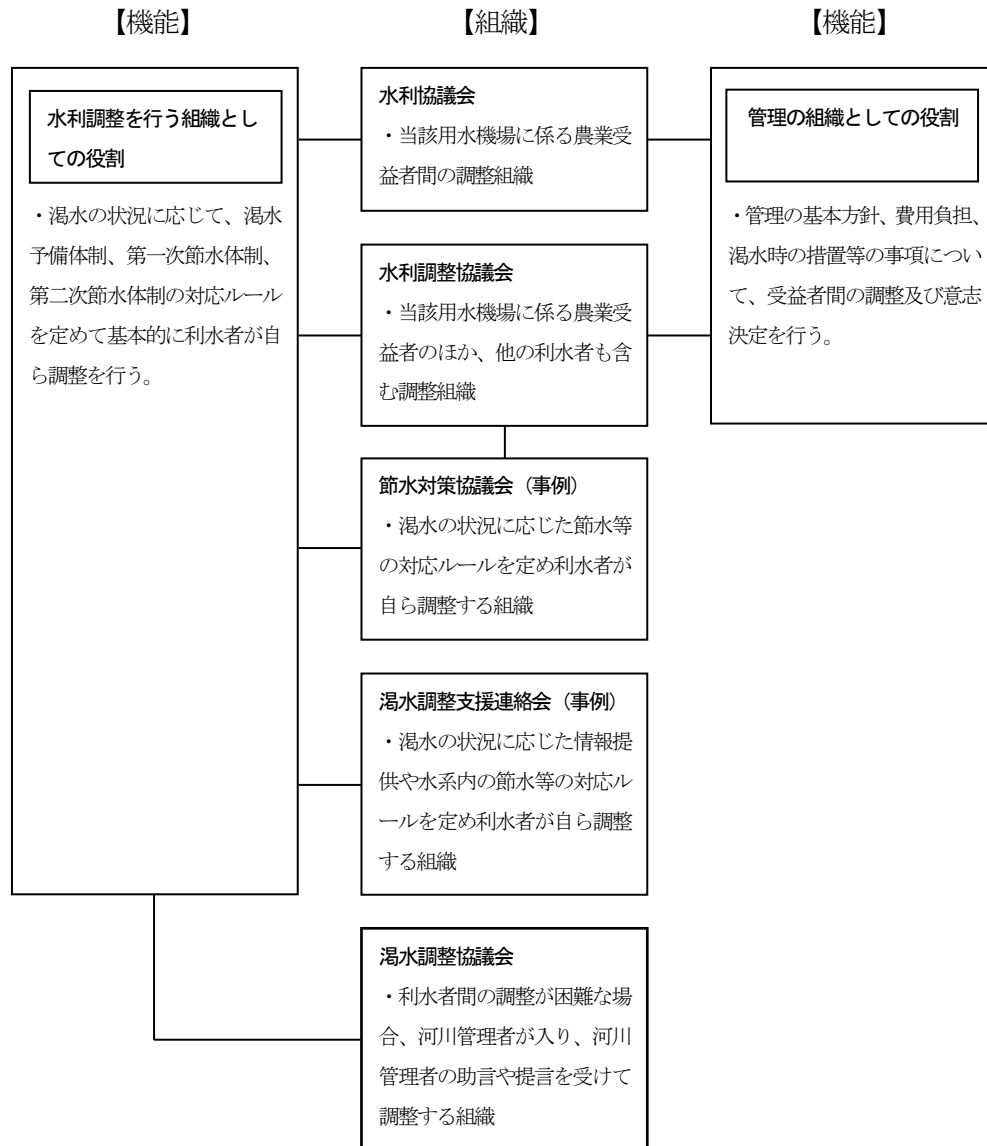


図-5. 参 8 管理の組織と水利調整を行う組織の関係

5. 4. 2 渇水体制

渇水調整では取水量を減らし節水を行うことになるが、農業用水路では多数の分水施設があり、取水制限決定から末端まで操作を徹底させるのに時間がかかり、さらに輪番かんがい制とするには、なお時間が必要となる。このため、渇水が発生し、渇水体制に入ると予想される場合には、早めに

土地改良区理事長等に連絡し、必要な措置を講ずるとともに、水利調整協議会等がある地域では、当該協議会において、具体的な節水の時期、節水の方法、節水率を定めることとする。

節水期間と配分量が決まれば、受益者の代表で構成する水利協議会等で、被害を最小に食い止め、全区域に対し公平に配分が可能な方法を定め、受益者に周知徹底を図ることが重要である。

農業用水の場合、節水率が低いときは各支線分水量を制限し、きめ細かい巡視及び配水管理により無駄遣いを抑え配分量の範囲内で対応が可能であるが、節水率が高くなるとこの方法にも限界があるため、輪番かんがい制が必要となる。

特に配水する水路が需要主導型のパイプラインの場合は、受益者との綿密な打合せにより安全かつ確実な分水工操作を行って節水に努める必要がある。

5.4.3 連絡体制

受益者への連絡は、土地改良区職員等を通じて行われる場合が多いため、日常から定期的に打合せ等を行って、必要な時には速やかに連絡することができるよう、連絡体制を確保しておく必要がある。

また、兼業農家が多く混住化が進行している地域では、集落の有線放送や土地改良区の HP・SNS 等を活用し、日常から情報提供を行うことで、一般住民を含めた節水意識の向上も期待される。

いずれにしても、各受益者が耕作している農地の用水系統を知っていることが前提であるので、普段の広報活動が重要である。

降雨等により水源が回復し、節水を解除するときは、速やかに受益者へ連絡し、日常管理に移行するものとする。

5.4.4 記 録

渇水時の節水対策や打合せ経過をまとめておき、以後の参考資料として保存する。

なお、それぞれの対策状況において、下記事項を運転日誌等に整理しておくことが望ましい。

- (1) 節水と稲の生育状況（中干し期、出穂期）
- (2) 節水による各地区の状況と部分的に配水困難な地区への対応
- (3) 輪番かんがい制の実施状況と配水操作の課題
- (4) 各受益者の節水の徹底状況

【参 考】

〇〇用水 節水対策業務打合せ内容と対策の例を表-5. 参 4 に示す。

表-5. 参 4 〇〇用水 節水対策業務打合せ内容と対策の例

月 日	対策の概要	出席者	打合せ内容と対策	確認事項	ダム貯水量	備 考
〇〇月〇〇日	節水呼びかけ	—	〇〇土地改良区 理事長より節水呼びかけ (水路巡視強化)	無駄水カット	〇〇万トン (貯水量〇〇%)	
〇〇月〇〇日	水利調整協議会 (第1回)	各利水者代表	節水協議 〇〇月〇〇日から〇〇農業用水〇〇%節水 〇〇〇〇上水〇〇%節水 〇〇〇〇上水〇〇%節水	〇〇農業用水〇〇%節水 〇〇〇〇上水〇〇%節水 〇〇〇〇上水〇〇%節水	〇〇万トン (貯水量〇〇%)	
〇〇月〇〇日	水利協議会 (節水対策) (〇〇農業用水)	〇〇土地改良区 ××土地改良区	〇〇月〇〇日から〇〇%節水に対する取水計画打合せ (〇〇日から A・B ブロックに分け〇日通水、〇日断水 に決定)	ローテーション ブロックの確認	〇〇万トン (貯水量〇〇%)	
〇〇月〇〇日	水利調整協議会 (第2回)	各利水者代表	節水協議 〇〇月〇〇日から〇〇農業用水〇〇%節水強化 〇〇〇〇上水〇〇%節水強化 〇〇〇〇上水〇〇%節水強化	〇〇農業用水〇〇%節水 〇〇〇〇上水〇〇%節水 〇〇〇〇上水〇〇%節水	〇〇万トン (貯水量〇〇%)	
〇〇月〇〇日	水利協議会 (節水対策) (〇〇農業用水)	〇〇土地改良区 ××土地改良区	〇〇月〇〇日から〇〇%節水に対する取水計画打合せ (〇〇日から A・B ブロックに分け〇日通水、〇日断水 に決定)	ローテーション ブロックの確認	〇〇万トン (貯水量〇〇%)	
〇〇月〇〇日	水利調整協議会 (第3回)	各利水者代表	節水解除協議 降雨により貯水量が回復	〇〇月〇〇日より 通常取水	〇〇万トン (貯水量〇〇%)	
〇〇月〇〇日	水利協議会 (節水解除) (〇〇農業用水)	〇〇土地改良区 ××土地改良区	関係受益者に連絡	〇〇月〇〇日より 通常取水	〇〇万トン (貯水量〇〇%)	

〇〇年度

5.5 省エネルギーの推進

5.5.1 省エネルギー対策の推進

施設管理者は、用水機場本来の機能を継続的に発揮させながら、地域の実情や施設規模に応じて、機器の更新の際や日常の運転管理において、省エネルギー対策を意識し実施することが望ましい。

特に、担い手への農地集積・集約化、畑地かんがい施設の整備の推進、農村の混住化の進行といった農業構造及び社会情勢の変化に伴い、周辺環境や水利利用形態が変化していることから、現時点において最もエネルギー効率がよい運転管理を行っていくことが重要である。

また、地球環境問題の高まりにより、省エネルギーへの期待と役割が大きくなり、エネルギー消費機器等のエネルギー消費効率を可能な限り高めるため、トップランナー制度が創設され、交流電動機及び変圧器が制度の対象となっていることから、機器の更新に当たっては留意する必要がある。

5.5.2 省エネルギー対策の取組

用水機場における省エネルギー対策の取組として、次のことが考えられる。

(1) 受電容量の低減による基本料金の節減

1) 契約電力の適正化

特別高圧農事用電力及び 500kW 以上で契約している高圧農事用電力の場合、契約電力を下げる事が可能か検討する。

具体的には、現状の契約電力と過去数年間の最大需要電力（30 分間の使用電力の平均値の最大値）を比較し、乖離がある場合に最大需要電力に近い値で契約するよう、電力会社と協議する（図-5.2 参照）。

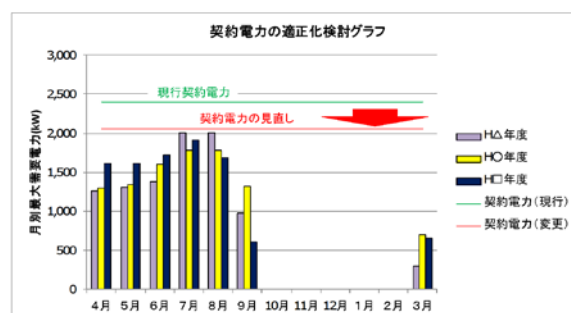


図-5.2 需要電力と契約電力（イメージ）

2) 同時運転台数の削減

主ポンプの同時運転台数を減らし、契約電力を下げる事が可能か検討する。

具体的には、調整池及び吐出し水槽の容量を最大限に利用し、ローテーションブロックを見直す等して、ピーク時の同時運転台数を減らすことを検討し、可能な場合は見直した需要電力で契約するよう、電力会社と協議する（図-5.3 参照）。

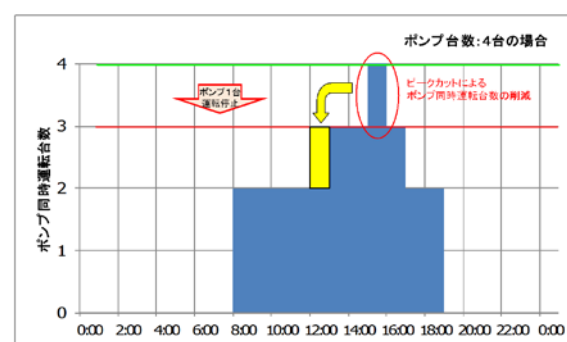


図-5.3 既存施設を利用したピークカットによるポンプ同時運転台数削減（イメージ）

- (2) 契約使用期間の短縮による基本料金の節減
作物の生育状況等により、当初の契約使用期間よりも早く送水を停止することが可能な場合は、前倒しで契約使用期間終了の手続を行う（図-5.4 参照）。

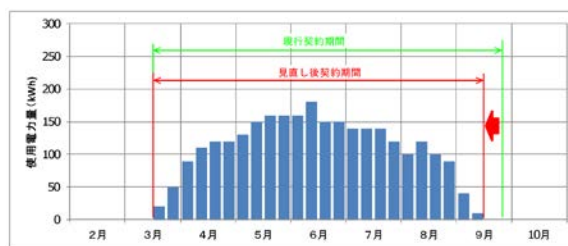


図-5.4 月別稼働状況と受電契約期間（イメージ）

(3) 電力量料金の節減

1) 休止可能機器への通電停止

用水機場内に設置しているスペースヒータについては、常時通電が一般的であるが、夏季に通電を休止しても支障がないか検討する。通電を休止する場合は、操作盤内に乾燥剤を置くことや冬季のヒーティング再開に留意する必要がある。

また、その他に常時通電する必要のない機器についても同様の対応を検討する。

2) 吸込水位又は吐出し水位の見直し

制御システムにおいて、吸込水位又は吐出し水位の設定を変更できる場合は、水利用に支障がない範囲で、吸込水位を高くしたり、吐出し水位を下げて運用することを検討する。図-5.5 は、吐出し水位の見直しイメージを示す。

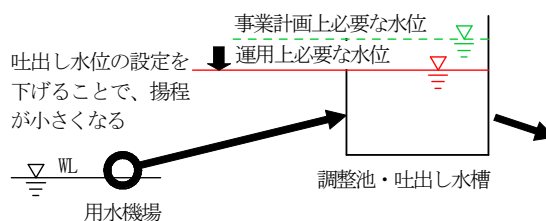


図-5.5 吐出し水位の見直し（イメージ）

3) 大口径ポンプの優先使用

異口径の主ポンプが配置されている場合、ポンプ効率のよい大口径ポンプを優先的に運転することによる使用電力量の削減を検討する。

4) バルブ損失の低減

ポンプの圧力がかかる管路上にあるバルブを絞っていないか確認を行い、なるべく全開に近い状態で運転するとともに、複数の吐出し先に送水している場合は、個別に送水して損失を減らすことを検討する（図-5.6 参照）。

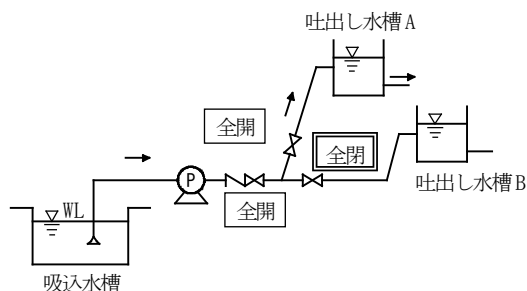


図-5.6 バルブ損失の低減（イメージ）

5) 無効送水の削減

パイプライン、水路等の漏水対策や、パイプラインから開水路に移行する部分等で、水があふれているような箇所の溢水防止等により、送水の総量を減らす取組を行う。

6) 契約電力の見直し

電力の自由化に伴い、現契約より安い料金プランが考えられるため、各電力会社に確認の上、より経済的な契約に見直しを行うことを検討する。

(4) その他（デマンドの監視）

電力会社と電力需給契約を結ぶ場合、一年を通して最も高い最大需要電力（30 分間の使用電力の平均値の最大値）が発生する瞬間を想定し、その数値が月々の基本料金となる。

契約電力を超過すると、違約金の支払義務が生じ、かつ、翌月からの契約電力が変更される場合がある。

このため、契約電力を超過させない方法として、デマンド監視装置を設置する方法がある（写真-5.1 参照）。



写真-5.1 デマンド監視装置の設置例

【参 考】

(1) 機器の更新による対策

ポンプの制御方式としては、台数制御（ON-OFF 制御）や回転速度制御（インバータ制御、二次抵抗制御）等がある。さらに、PLCを用いたポンプの監視操作制御等があるが、機器の更新に当たっては水利用の実態を踏まえて、最も効率のよい制御方式を検討する。

なお、回転速度制御は、全揚程に占める配管損失の割合が大きい場合に適しているが、負荷率により適正な適用範囲があるので、他の制御方式との併用も考慮してシステムの構成や運用を検討しなければならない。

選定に当たっては、設備費等の経済比較と合せて、機器の設置スペース等に留意する必要がある。