

国営総合農地防災事業「和歌山平野地区」における 排水管理施設の構築に向けた排水管理指標の検討

原島 崇聡¹

¹ 近畿農政局和歌山平野農地防災事業所工事第三課 (〒640-0413 和歌山県紀の川市貴志川町神戸 327-1)

和歌山平野農地防災事業における排水管理システムの設置にあたり、排水管理指標を検討した。排水管理指標とは、排水操作への切替指標であり、操作管理を担う行政と土地改良区との共通指標である。気象情報、気象注意報・警報、水位観測データのうち、気象情報を基に排水操作への切替を判断することで出水前に排水管理体制への切替が可能となる。気象情報の発表タイミングから作成した指標案と実際の降雨状況との的中率を判定した結果、「大雨」「台風」に加え「雷」の気象情報を用いることで、大半の出水に対応できることが示された。

キーワード 農地防災、排水管理システム、排水管理指標、気象情報

1. はじめに

和歌山平野地区（以下、本地区という。）では、降雨形態の変化や都市化の進展に起因する流出形態への変化によって、農業用排水施設の排水機能が不足する状況となっており、しばしば農地、農業用施設等の湛水被害が生じている。和歌山平野農地防災事業（以下、本事業という。）は、地区内の排水機場及び農業用排水路等の整備により地域の排水機能を回復し、農業生産の維持及び農業経営の安定を図るものである。

本地区は、六箇井水路、藤崎井水路、小田井水路をはじめとする複数の農業用排水路により複雑な用水・排水系統が構築されており、各水路の排水状況が相互に影響しあう特徴を持っている。そのため、事業計画では、地区全体の排水状況を監視するとともに、排水調整のためのデータを収集し、必要な施設を円滑に制御する排水管理システムを設置することとしている。

現在、排水管理システムの設置に向けて、排水管理指標の策定を検討している。排水管理指標とは、用水路が地域の排水路の役割も果たしている本地区において、降雨が見込まれるときに、普段の用水管理から排水管理へと体制を切り替えるための判断指標である。また、本事業の整備施設は、排水専用施設は行政が、用排兼用水路は土地改良区が管理することになるため、この2者が連携して地区全体で統合的な配水管理を行うための共通認識となる指標となる。

本稿では、排水管理指標の検討過程及び指標案の妥当性評価について報告する。

2. 排水管理と排水管理指標の選定方針

(1) 排水管理指標に求められる条件

排水管理指標は、用水管理から排水管理へと体制を切り替えて降雨に備えるための指標であるから、出水時期・規模を事前に予測・把握できる情報であることが必要である。例えば、気象庁から発表される気象注意報・警報や気象情報がこの条件を満たせると考えられる。

また、行政と改良区が認識を共有するためには、定量的な情報であることが望ましい。例えば、地区内水路の水位観測結果のような定量的な観測データを利用できる可能性がある。

本調査では、上記3情報について、実際の降雨状況との比較を行い、それぞれの情報に基づいて排水管理体制への切替を判断したときに、出水前に体制切替が完了することが可能か検討した。

(2) 調査対象範囲及び収集データ

2018年1月1日から2019年9月30日までの期間を対象に、本地区のうち、紀の川右岸地区内の気象観測所の雨量データ、水路に設置した水位計観測データを収集した。また、気象庁防災情報XMLデータベースから、当該期間における気象注意報・警報発令状況及び気象情報発表状況の実績を整理した。

なお、注意報・警報とは、災害に結びつくような激しい現象が予想されるときに、住民に対し避難行動の確認を促したり自治体が避難勧告を発令する目安となるよう、危険度の高まりに応じて段階的に発表される防災気象

情報のことをいい、本調査では、大規模出水につながる情報として、大雨・洪水に関する注意報・警報を、加えてゲリラ豪雨等の突発的な降雨となる際は大気が不安定となることから雷に関する注意報を整理した。

また、気象情報とは、警報・注意報に先立って注意・警戒を呼びかけたり、警報・注意報の発表中に現象の経過、予想、防災上の留意点等を解説したりするために発表される情報のことをいい、当該期間に発表された気象情報をその内容から「大雨」「台風」「雷」の3区分に分類して整理した。

対象期間のうち、水路内の水位が護岸高の6割程度に上昇した降雨は26出水確認された。また、水位観測地点のうち、特に鴨沼排水路放流工地点（以下、本地点という。）での水位上昇が顕著であることが確認されたため、前節の比較は本地点にて行うこととした。

(3) 出水状況の分析及び管理指標候補の適応度

図-1は、選定出水のうち、2018年6月19日～20日出水の本地点における雨量、水深、気象情報発令状況を示している。この出水は総雨量129mm、降雨ピーク強度23mm/hであった。

図-1において、6月19日20時頃に放流工上流の水深が急激に低下しているが、これは放流工の操作が行われ、用水管理から排水管理に切り替わったことを示している。

降雨と水位の関係を見ると、降雨開始直後から水位が機敏に応答していることが確認でき、降雨ピークとなる20日7時頃には10分間の間で4割水深から7割水深に上昇していることが確認される。2割水深からピーク水深まで及び4割水深から7割水深までの経過時間は選定出水全体で図-2のような結果となった。いずれの降雨でも、短時間のうちに、溢水の危険性のある7割水深まで上昇していることが確認できる。排水操作には施設現地に向かう移動時間や操作時間を考慮する必要があり、水位を操作切替の指標とした場合、リアルタイムでの監視を行ったとしても、操作が間に合わない可能性が高い。また、ゲリラ豪雨のような突発的な出水に対して排水操作の判断が遅れるため、観測水位で操作切替を判断するのは困難だと考えられる。

次に、注意報・警報の発令タイミングと水深の変化を考察する。図-1において、大雨・洪水注意報、警報は降雨ピーク前後に発令されることが多くっており、前述のように降雨に対して水深は迅速に応答することから、注意報や警報が発令されてから排水管理体制に移行しては操作が間に合わない可能性が高い。気象注意報、警報も排水管理指標には適していない。

一方、気象情報は出水の1、2日前に発表され、出水終了まで逐次情報が更新されていた。6割水深まで上昇するような降雨に対しては出水前に気象情報が発表されていることが多く、操作体制の切替指標としての信頼度

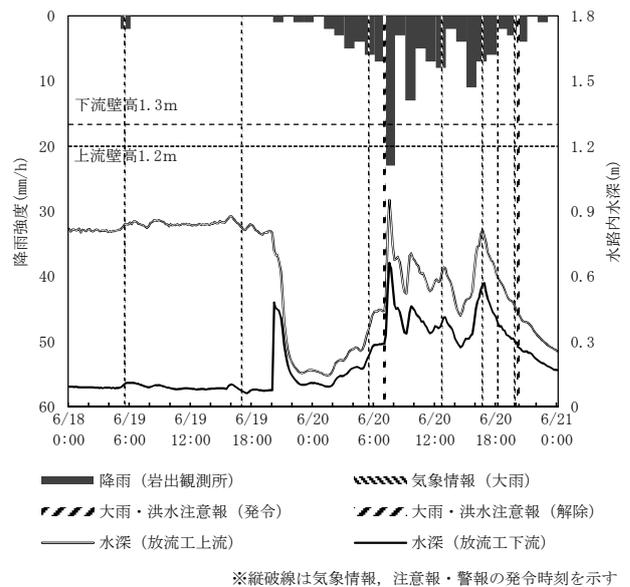


図-1 2018年6月19日～20日出水における雨量、水深、気象情報発令状況の関係

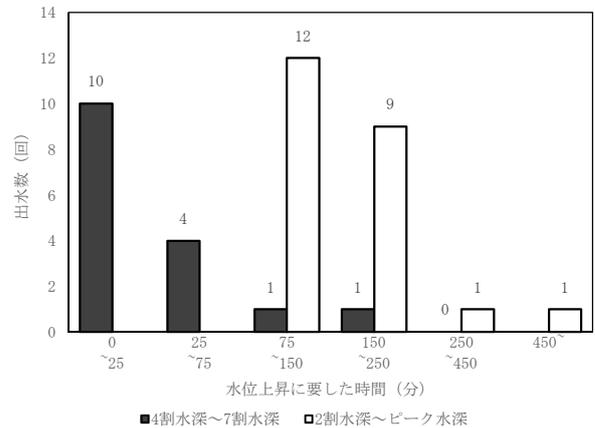


図-2 対象出水における水位上昇に要した時間

は高いと考えられる。土地改良区職員も大雨が予想された時点で気象情報を注視し、現地の天候と併せて総合的な判断を行って排水柵等の操作を行っているものと推測できる。

以上のことから、2(1)で示した排水管理指標に求められる条件のうち、気象情報を活用することで、出水前に排水管理への体制切替が可能となる可能性が示された。

ただし、気象情報は、例えば「竜巻などの激しい突風や落雷、急な強い雨に注意」といったように、その内容は定型文で発表され、定性的な内容にとどまる。排水管理指標に求められる2つ目の要素である行政と改良区の共通認識となる定量的な指標とは言い難い。

そこで、本調査では、気象情報の発表タイミングのみに着目し、排水管理指標案を作成、実際の出水に対する的中率を評価した。

3. 排水管理指標及び排水管理計画の概定

(1) 指標案の作成と評価方法

前述したように、気象情報は排水操作への切替判断指標として適している可能性が示されたが、その内容は定量的な指標ではないため、発表タイミングに着目して定量的な指標を作成し、実際の降雨に対する的中率を評価する。

指標案①は「大雨」「台風」に関する気象情報から構成され、さらに大気の状態が不安定な時に発表されることが多い「雷」に関する気象情報を加えた指標案②の2案を作成した。それぞれの指標案の排水管理切替判断時刻は、構成情報のうち最も早く発表された情報の発表時刻とする。判断時刻の例を表-1に示す。

的中率の評価方法は、各指標案の切替判断時刻と実際の降雨開始時刻を比較し、「的中」「見逃し」「空振り」「遅れ」の4分類で評価した。分類方法を表-2に示す。

評価対象降雨は、前章の対象降雨と同様である。

(2) 妥当性の検討結果及び分析

検討結果を表-3に示す。なお、判定は調査対象地点のうち、最も水位上昇が起こりやすい鴨沼排水路放流工地点について、対象出水による上昇割合別に整理している。

大雨・台風に関する気象情報は的中率が低く、計画流量を超過するような出水でも通年6割に満たなかった。一方、指標に雷情報を加えた指標案②は的中率が向上し、水深3割程度の小規模出水でも、かんがい期の的中率

表-1 指標案①、②に基づく切替判断時刻の例

気象情報	発表時刻	排水管理の切替判断時刻
大雨	11:00,14:00	指標案① 11:00 指標案② 09:30
台風	11:00	
雷	09:30,14:00	

表-2 的中率の判定方法

気象情報の発表	降雨	切替判断時刻と降雨開始時刻の比較	指標の判定
あり	あり	切替判断時刻 < 降雨開始時刻	的中
なし	あり	—	見逃し
あり	なし	—	空振り
あり	あり	切替判断時刻 ≥ 降雨開始時刻	遅れ

は7割となる。また、指標案①で発生していた見逃しが半分程度、計画流量超過の見逃しは0にまで改善できた。雷情報を含めたことで空振りの回数は増加しているが、空振りの増加分の大半は非かんがい期に発生している。非かんがい期は排水施設を常時開放とする運用が可能であるから、実質的に増加した空振りはかんがい期の3回のみと考えることができ、大規模出水の見逃しは甚大な被害をもたらす危険性があることを考慮すると、空振り回数の増加より見逃し回数の低下の方がメリットが大きい。以上のことから、大雨・台風・雷の情報で構成される指標案②の方が効果的と考えられる。

また、操作遅れの回数は指標案①、②ともに大きな差はみられないことから、ゲリラ豪雨のような予測の難し

表-3 指標案①、②の判定結果一覧

集計期間	集計項目	指標案①：大雨・台風に関する気象情報				指標案②：雷・大雨・台風に関する気象情報			
		日雨量 10mm以上	水深割合 30%超	水深割合 60%超	計画流量 超過	日雨量 10mm以上	水深割合 30%超	水深割合 60%超	計画流量 超過
通年	対象総数	65	39	22	9	76	39	22	9
	的中	18	18	13	5	31	26	18	7
	見逃し	37	16	5	2	24	8	1	0
	空振り	4	—	—	—	15	—	—	—
	遅れ	6	5	4	2	6	5	3	2
	的中率	27.7%	46.2%	59.1%	55.6%	40.8%	66.7%	81.8%	77.8%
かんがい期	対象総数	32	23	15	6	35	23	15	6
	的中	13	13	9	4	17	16	12	5
	見逃し	11	6	3	1	8	4	1	0
	空振り	3	—	—	—	6	—	—	—
	遅れ	5	4	3	1	4	3	2	1
	的中率	40.6%	56.5%	60.0%	66.7%	48.6%	69.6%	80.0%	83.3%
非かんがい期	対象総数	33	16	7	3	41	16	7	3
	的中	5	5	4	1	14	10	6	2
	見逃し	26	10	2	1	16	4	0	0
	空振り	1	—	—	—	9	—	—	—
	遅れ	1	1	1	1	2	2	1	1
	的中率	15.2%	31.3%	57.1%	33.3%	34.1%	62.5%	85.7%	66.7%

い突発的な出水であったと推測できる。このような突発的な出水は事前情報で察知することは難しく、洪水量も多いため、被害が大きくなる可能性がある。これらの突発的な出水に対応するためには遠方監視／遠方操作（TMTC）に対応した施設の設置が必要となる。

なお、気象情報の内容は、対象地域、予想日時及び特定のキーワードから構成されており、指標案②のベースとした気象情報からキーワードを抽出すると、「竜巻などの激しい突風や落雷，急な強い雨に注意」「大気の状態が非常に不安定となる見込み」の2つが頻出している。キーワードは定型文であることから、具体的な出水予想は困難であるが、前述の分析から発表タイミングのみに着目すれば排水操作体制に切り替えるための指標として有効であると考えられる。

4. まとめ

本事業で計画されている排水管理システムの構築に向

けて、排水操作指標の選定及び妥当性の検討を実施した。水位・降雨等の観測データ整理結果より、本地区は降雨開始からの洪水流出時間が極めて短く、リアルタイムでの水位・雨量監視でもって排水操作を判断するのは困難であることがわかった。

出水開始前に排水操作体制へ移行することが望ましいことから、注意報及び警報の発令並びに気象情報の発表状況を整理し、出水とのタイムラグを整理した。注意報、警報は降雨ピーク時に発令されており、排水操作の指標とはならないことが示された。一方、気象情報は出水前に発表されており、排水管理指標となりえることが示された。特に雷に関する気象情報を加えた場合は、計画流量超過降雨に対して見逃すことがなくなり、管理指標として有効であることが示された。

一方、操作遅れは気象情報でも間に合わないことがあり、施設を回る操作時間に時間を要することから、TMTC設置が必要となることがわかった。