

一次整備で実施した排水計画の見直しについて

川尻 智之

1. はじめに

北海道における排水路の整備は一次整備の段階を概ね終え、次のステップの環境等にも配慮した二次整備等が主流となりつつあるように感じられます。このため耕地内の湛水被害は、近年大幅に減少し、大雨による排水路の氾濫は極めて少ないものと考えていたが、整備を行った排水路で農地の湛水被害が発生している事実もあり、その認識の甘さに気づきました。

整備を終えた排水路で湛水被害が生じる要因として近年の降水量、降雨波形、土地利用、営農形態の変化、末端排水路の整備による洪水到達時間の短縮等の排水諸元の変化があり、このため整備済みの排水路で通水能力を超えた流量が流れる場合がある。このため、整備後の排水路でも最近年のデータで排水計画の見直し又はチェックが必要ではないだろうかと感じています。

2. 排水路流域における排水環境の変化

十勝管内のA地区(念のためA地区とします)で見直しの機会があったのでその時の所感をまとめてみました。A地区の土地利用状況をみると、昭和49年の当初計画時に比べ、道路、排水路等の増加により平成16年現在の耕地面積はやや減少しており、耕地内では、牧草畑から普通畑への畑利用形態の変化がある。また、道営事業で道路や排水路の整備を行い、林地から道路・排水路への転用もみられる。

地区の営農状況をみると、戦略作物であるながいもの作付け増、だいこん、かぼちゃ等の産地化が特徴として挙げられる。特にながいものは輸出も行っており、地域の戦略作物となっている。このため、ながいもの栽培に適した地下水位の低下が新たな課題として挙がっている。

排水路に作られた落差工は段落型で施工されているが、地域の河川に生息するウグイやドジョウ、カジカ等の魚類は落差工のため遡上が妨げられており、自然環境の保全上からも改良する必要が生じている。また、支線排水路の再配置と併せて、緑地帯の創設、防風林の整備を行い、周辺環境・景観に配慮した排水路整備とする必要がある。現地踏査では基幹排水路、支線排水路とも排水路自体の損傷はみられないが、河床にはヨシ等の雑草、法面にはヤナギなどの灌木が繁茂し、動植物の生態系には適した環境が保たれている反面、一部通水阻害の要因にもなっている。幹線排水路の下流では近年の大雨時にたびたび湛水被害が生じており、最近の大雨に対する流下が困難な状況になっている。

湛水被害発生要因分析と現地調査

整備済みの排水路で湛水被害が生じている要因と被害の程度を把握するため、平成16年度に現地調査を実施した。排水路の法面崩れ、土砂の堆積等の通水断面の変化と過去の湛水被害状況について調査を行った。特に湛水被害については受益農家の聞き取り調査が被害の程度を正確に把握できる。このため、排水路の調査時に農作業中の農家に過去の湛水被害について聞き取り調査を行った。

受益者の中には、平成14年10月の湛水被害について写真で記録を残していたことから、その時の写真を10枚程度提供していただいた。

写真をみて、予想していたよりも大きな被害であったことに驚きました。整備を終えた排水路で何故このような湛水被害が発生したのか、原因が少しでもわかればと思い排水計画の決定方法について考えてみました。

A地区幹線排水路右岸周辺の湛水状況



A地区幹線排水路右岸周辺の湛水状況



平成 14 年 10 月 1 日～2 日の大雨による湛水被害

降雨継続時間 18hr、連続降水量 97mm

(10 月 1 日:34mm、10 月 2 日:63mm)

湛水被害面積、作物別被害量

現地踏査及び農家聞き取り調査により、最近 10 年における湛水被害の発生箇所、被害面積及び作物別被害量が判明したが、その被害状況は以下のようになっている。

最近 10 年間に、地区では 3 回の湛水被害が発生、平成 10 年 9 月 16 日に連続降水量 120mm の降雨があり、330ha にわたる湛水被害が発生し、豆類、てんさい、ばれいしょ、牧草に被害が生じた。小麦は刈り取り後であったため、収穫量としての作物被害はなかったが、播種直後のほ場では再播種を行うなどの営農被害を受けている。平成 13 年 9 月 11、12 日の連続降水量 156mm の際は、270ha の湛水被害が発生した。被害を受けた作物は前回と同様の作物であった。

平成 14 年 10 月 1、2 日の降雨では、連続降水量が 97mm であったにもかかわらず被害が 390ha

におよび整備後では最大の湛水被害が発生した。この時も被害を受けた作物は、豆類、てんさい、ばれいしょ、牧草などであった。10 年間の作物別年平均被害量は、豆類 33t、てんさい 1,440t、ばれいしょ 841t、牧草 72t である。

3. 排水計画見直しの必要性

整備後の排水路計画見直しの是非については、排水計画の一般的な検討方法により、計画基準雨量、降雨波形、流出形態を最近年のデータから分析し、計画排水量の検討を行った。

計画基準雨量

前歴事業 A 地区 (昭和 50 年～平成 3 年) における計画基準雨量 139mm/日

最近年のデータに基づく計画基準雨量

降水量の算定に当たっては、「北海道における確率等雨量線図」(平成 16 年 3 月・局農業調査課)から、流域内における雨量毎の面積比で加重平均した結果、160mm/日が地区の基準雨量として適正。

近年の降雨形態

降雨の継続時間と総雨量の等しい雨が一定の流域に降ったとしても、降雨の時間分布つまり降雨波形が異なればその量水曲線や流出率は変化する。従って近傍の観測所の資料により主な降雨の波形を確かめなければならない。降雨波形は、概ね次の 3 種類に分けられる。

ア. 前山型 (または前方主山型)

降り始めてから降雨のピークが間もなくあらわれる型で、ピークの雨が土湿不足を補うために費やされ、浸透するため、他の型に比し損失雨量が大となり洪水量は小となる。

イ. 後山型 (または後方主山型)

降雨のピークが最後に近くなってあらわれる型で、ピーク前の弱い降雨で土湿が充分満たされ、地表面流の水みちもできてからピークが起こるため、洪水ピークは大となり損失雨量は少ない。

ウ. 中山型 (または中央主山型)

ピーク雨量が継続時間の中間付近にあらわれる型で、流出は前山型と後山型の中間の性質をも

つ。

地区を代表する降雨波形の把握

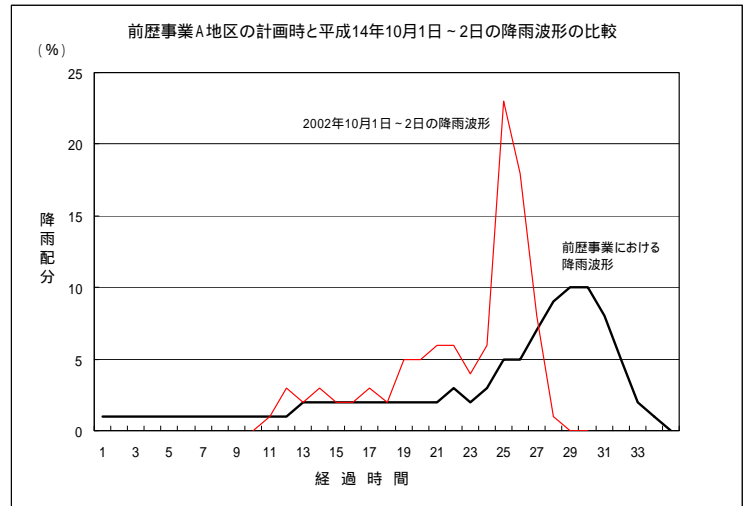
帯広観測所における大雨データから、計画降雨波形の検討を行った。降雨波形は、前歴事業のA地区が完了した翌年の平成4年(1992年)からの大雨を対象として、降雨波形見直しの必要性について検討を行った。降雨の継続時間と総雨量の等しい雨が一定の流域に降ったとしても、降雨の時間分布つまり降雨波形が異なれば、その量水曲線や流出率は変化する。

A地区(昭和50年～平成3年)における前歴事業の降雨波形は、後山型(T-L12型)で降雨配分を設定し計画排水量を算出しているが、最近年の大雨データの時間雨量から降雨波形を分析すると次のとおりである。

・地区を代表する降雨波形は、後山型の中でも短時間に集中して降る降雨波形に近く、また実際に湛水被害が生じている平成10年(1998年)9月16日の降水量120mm(降雨継続時間19hr)の波形が地区を代表する降雨波形と考えられる。最も湛水被害の大きかった平成14年(2002年)10月1日～2日の97mm(降雨継続時間18hr)は、単位排水量も最大(2.0m³/s/km²)になるが、計画基準雨量160mm/日と差違が大きいため代表する降雨波形の対象からは除外する。

平成14年に大きな湛水被害を受けた降雨波形と前歴事業で設定した降雨波形を対比すると次図のようになり、後山型の中でもピークが突出した波形を形成しており、これが被害を大きくしたと考えられる。

A地区の当初計画の降雨波形と平成14年の湛水被害を受けた大雨の波形を比較すると右上図のとおりである。



単位排水量

最近年の雨量データ(昭和49年～平成15年30年間)に基づく計画基準雨量は160mm/日に増加し、大雨時の降雨波形も短時間に集中して降る降雨波形となっており、また流出形態にも変化が予想される。

このため、単位排水量は、次の3ケースについて見直しの必要性も含めて検討を行った。

CASE1: 前歴事業のA地区における排水計画。

CASE2: 最近年の計画基準雨量、降雨波形に基づき単位排水量の見直し。

CASE3: 最近年の計画基準雨量、降雨波形、及び近傍地区の流出形態を参考として単位排水量の見直し。

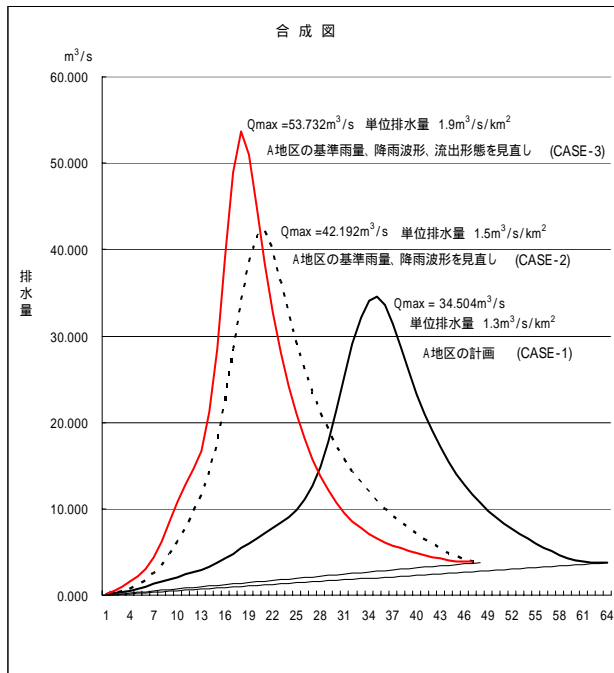
前歴事業のA地区(検討年次昭和47年～48年)に比べ、道営畑総事業による支線排水路の整備、道路及び道路側溝の整備、暗渠排水の整備、流域における耕地面積率の高まり等により、流出形態の変化が見込まれる。流出に係る水路の整備により、到達時間、到達後流出時間の短縮、逓減係数の増等が予測される。このため、流出の排水諸元は近傍地区(平成16年着工のB地区)を参考としたCASE3の検討を行った。

排水計画のケース毎の検討

区 分	CASE - 1	CASE - 2	CASE - 3
	前歴事業のA地区 (昭和 50 年 ~ 平成 3 年)	最近年の計画基準雨量、 降雨波形で見直し	最近年の計画基準雨量、 降雨波形、及び流出形態 は近傍地区を参考
1 流出形態検討年	昭和 47 年 ~ 48 年	昭和 47 年 ~ 48 年	平成 13 年 ~ 14 年
2 計画基準雨量	139mm 雨量データ (明治 25 年 ~ 昭和 47 年)	160mm 雨量データ (昭和 49 年 ~ 平成 15 年)	160mm 雨量データ (昭和 49 年 ~ 平成 15 年)
3 降雨形態	後山型 T - L12 型	平成 10 年 9 月 16 日 の降雨波形	平成 10 年 9 月 16 日 の降雨波形
4 流出形態			
到達時間	6hr	6hr	3hr
到達後流出時間	26hr	26hr	28hr
総流出時間	32hr	32hr	31hr
逓減係数	0.119	0.119	0.166
5 基底流量の増加			
基底流量	$0.079\text{m}^3/\text{S}/27.6\text{km}^2$	$0.079\text{m}^3/\text{S}/27.6\text{km}^2$	$0.079\text{m}^3/\text{S}/27.6\text{km}^2$
基底流量の増加	$Q=aR+b$ $a=0.0208$ $b=0.475$ $Q=3.687\text{m}^3/\text{s}/27.6\text{km}^2$	$Q=aR+b$ $a=0.0208$ $b=0.475$ $Q=3.803\text{m}^3/\text{s}/27.6\text{km}^2$	$Q=aR+b$ $a=0.0208$ $b=0.475$ $Q=3.803\text{m}^3/\text{s}/27.6\text{km}^2$
終期基底流量	$3.766\text{m}^3/\text{S}/27.6\text{km}^2$	$3.882\text{m}^3/\text{S}/27.6\text{km}^2$	$3.882\text{m}^3/\text{S}/27.6\text{km}^2$
6 排水量			
単位排水量	$1.3\text{m}^3/\text{S}/\text{km}^2$	$1.5\text{m}^3/\text{S}/\text{km}^2$	$1.9\text{m}^3/\text{S}/\text{km}^2$
全排水量	$39.5\text{m}^3/\text{S}$	$45.6\text{m}^3/\text{S}$	$57.8\text{m}^3/\text{S}$

これらの検討結果における合成図をケース毎に対比すると次図のようになる。

ケース毎の単位排水量 (合成図) の対比



農家の聞き取りによる湛水被害を受けた痕跡区域と、単位排水量 $1.9\text{m}^3/\text{km}^2$ で計算した現況排水路

で通水能力が不足している区域が一致することから単位排水量はCASE3が最も地区に適した値と考えられる。

CASE3: 最近年の基準雨量、降雨波形及び近傍地区の流出形態を参考とした単位排水量の見直し。

基底流量

基底流量は、A地区(流出形態検討年次昭和 47 年 ~ 48 年)で検討した流量に基づきCASE3の基底流量を算出した。

ア. 初期基底流量

観測期間中で降雨表面流出のない平日の流量

$$Q_{b1} = 0.079\text{m}^3/\text{s}/27.6\text{km}^2 \text{ (H=0.20m)}$$

イ. 基底流量の増加

見直しを行った基準雨量 160mm で算出。

$$Q_b = aR + b$$

$$a = 0.0208$$

$$b = 0.475$$

$$Q_b = 0.0208 \times 160\text{mm} + 0.475 = 3.803\text{m}^3$$

ウ. 終期基底流量

$$Q_{b2} = 0.079 + 3.803 = 3.882 \text{ m}^3/\text{S}$$

単位排水量

最近年の基準雨量、降雨波形、流出解析データから、地区の単位排水量を検討すると次のようになる。

$$10 \text{ 年確率雨量 } R_{10} = 160 \text{ mm}$$

単位排水量

$$Q_{\text{max}} / \text{流量観測地点の流域面積} = 51.732 \text{ m}^3 / 27.6 \text{ km}^2 = 1.874 \text{ m}^3/\text{S}/\text{km}^2$$

A地区の全排水量

$$Q = 1.9 \text{ m}^3/\text{S}/\text{km}^2 \times 30.4 \text{ km}^2 = 57.8 \text{ m}^3/\text{S}$$

現地調査により幹線排水路の主要カ所で排水能力の検証を行ったが、その結果見直しに基づく単位排水量では、排水路下流部で通水断面の不足が生じる。この通水断面の不足カ所は、過年度の湛水被害区域と一致している。

4. あとがき

整備済みの排水路で湛水被害が生じることは少ないが、最近では降水量、降雨波形が変化しており、集中型の降雨も多いことから整備済みの排水路でも湛水被害が生じている。また、人為的な要因として流域内の土地利用の変化や、耕地内の排水を迅速に行うため、末端排水路の整備が進んだことから、幹線排水路への洪水到達時間が早まっているように思います。また、計画排水量を決める流量観測では、整備前の排水路で流量観測を行い、計画諸元を決定していることも遠因にあるのではないかと思います。

整備済みであっても排水計画の妥当性を定期的にチェックすることは、無駄なことではないと考えています。

最後にこのような検討の機会を与えてくれた帯広開建にお礼を申し上げます。