

農地の排水路計画における現地調査及び検討結果について（中間報告）

北海道農政部農村計画課 岸田 隆志

I. はじめに

近年の降雨パターンの変化、排水路流域内の流出形態の変化などにより、農業用排水路の流下量は、計画洪水量に対し増加傾向がみられる。

特に、短時間雨量の増加から降雨強度が高まり、排水路からの越水被害、護岸工の崩壊被害などが増加する傾向にある。

このような背景から、北海道農政部では、平成 24 年度から地球温暖化対策検討部会内において、農地の総合排水対策検討部会を発足した。

部会では、近年の排水路被害の軽減等に対応していくために、排水路計画・整備・補修等を新たな視点から検討し、農地の総合排水の手引き書（ケーススタディーを含む）を作成する予定である。

この検討では、農地・排水路を含めた一定区域を対象として排水対策を実施することとしている（図-1）。

現在、そのための現地調査、調査結果の解析、必要となる排水路の整備水準等について検討しているところである。

主な調査・検討項目は、排水路設計の基本となる降水量、排水路の流況等の水文観測、資料収集、調査結果にもとづく水理解析、農地・排水路の排水機能等の機能診断である。

平成 24 年度から、降水量と排水路の流況を調査し、流出状況等の実態を把握するために、上川総合振興局管内鷹栖町・上富良野町、十勝総合振興局管内鹿追町で調査を実施している。

今回は、平成 25 年度の鷹栖町内の排水路調査データにもとづく検討結果を 1 事例として、報告する。

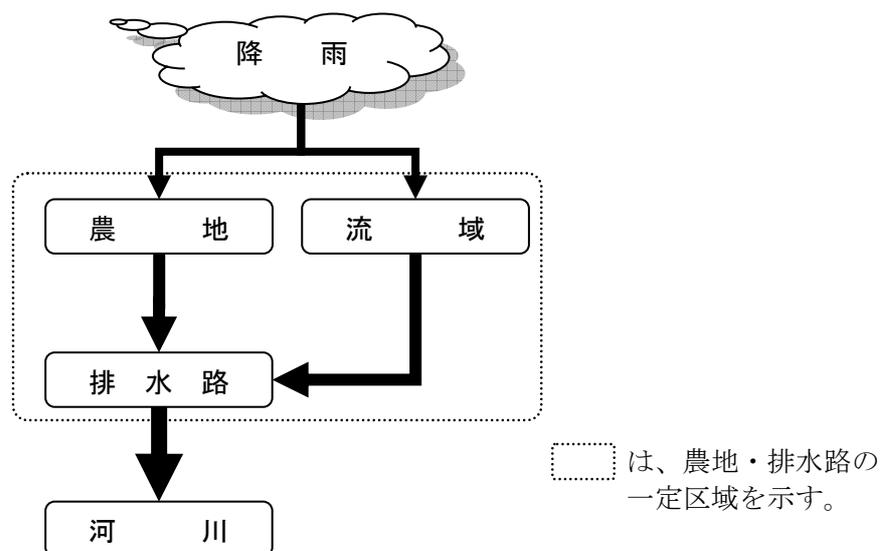


図-1 一定区域の概念

II. 現地調査

1. 調査概要

モデル地区として設定したのは、鷹栖町の北西部に位置する北維地区の幹線排水路とその支線排水路で、山地流域も含む水田地帯の排水路である（図-2）。下流では、北成幹線排水路に接続している。

なお、「北成幹線排水路」は、国営土地改良事業 鷹栖地区（S43～S51）で、北成幹線排水路上流の道営幹線排水路は、道営排水対策特別事業 北維地区（S60～S63）で整備されている。

国営鷹栖地区の排水路の諸元は、

- ・ 1/10年確率雨量 $r = 106\text{mm/day}$
- ・ 比流量 $q = 1.14\text{m}^3/\text{s}$
- ・ 流出率（流出係数） $f = 0.25$

であり、道営北維地区の排水路の設計諸元は、国営鷹栖地区に準拠している。

現地では、雨量計、水位計を設置して、降水量と排水路水位を測定している。また、排水路の流量観測を実施し、H-Q式により排水路流量に換算して、降雨後の排水量を把握している。

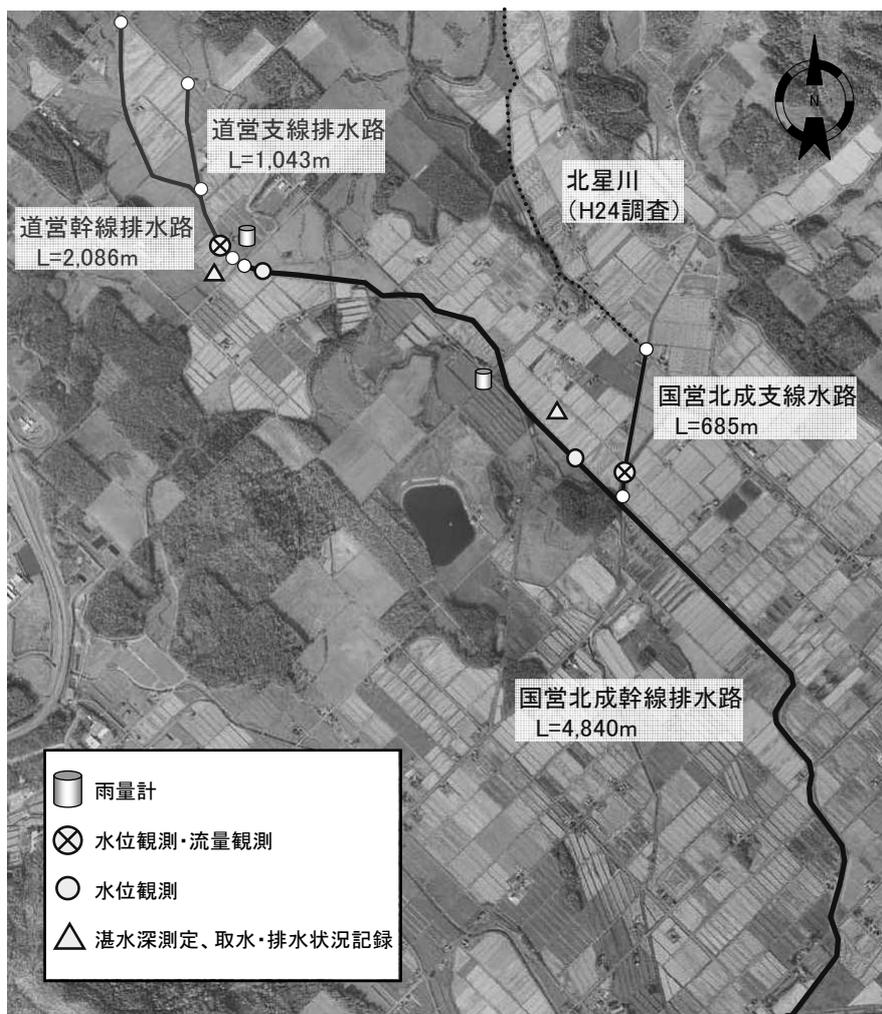


図-2 モデル地区の対象排水路・調査模式図

2. 現地流況確認

平成25年8月21日の現地調査時に、北成幹線排水路と道営幹線排水路の合流部において、排水路装工部（連結ブロック）の断面を超え、排水路内が満水に近い状態で流れていた痕跡を確認した（写真-1）。

写真の手前は、橋梁工下流の重点護岸部である。

左岸側の連結ブロックの隙間から伸びた雑草が、天端付近まで流水により倒伏している状況を確認できる。

これは、8月19日の現地雨量計のデータをみると、現地では16:00に17mm/h、17:00に33mm/hの時間雨量が記録されている（表-1）。

この2時間の間に合計50mmの降雨があった影響により、排水路の水位が上昇したと推定される。

なお、平成24年度の降水量の調査結果から、鷹栖町モデル地区設定地域は、北成集落の雨量観測データは、アメダス旭川地点のデータに比べ、アメダス江丹別地点のデータと高い相関性が得られている。

3. 調査データによる検討

(1) 洪水到達時間・流出率

ここで、8月19日の降雨パターンから、洪水到達時間、流出率を試算し、計画値と比較する。

試算は、①水理公式にもとづく場合、②現地実測データにもとづく場合の2ケースである。

①ケース1：水理公式にもとづく場合

モデル地区の排水路の計画時、設計時の資料が少ないため、排水路の標準断面図等から流下条件を設定した。

最大水深は、現地で観測された値から $H=2.0\text{ m}$ と仮定し（図-3）、現地降雨データ等から、マンニングの公式により流量、合理式により流出率、クラーヘンの公式等により洪水到達時間を算出した。



写真-1 現地調査時の排水路の状況

（8月21日：道営北維地区 幹線排水路下流地点）

表-1 鷹栖観測地点および
アメダス旭川・江丹別地点の時間雨量
（平成25年8月19日）

時間	時間雨量		
	鷹栖 観測雨量 (mm)	旭川 アメダス (mm)	江丹別 アメダス (mm)
1:00	13.5	10	20.5
2:00	0	17	0
3:00	0	0	0
4:00	0	-	0
5:00	0	-	0
6:00	0	-	0
7:00	0	-	0
8:00	0	-	0
9:00	0	-	0
10:00	0	-	0
11:00	0	-	0
12:00	0	0	0
13:00	1.5	0	1.5
14:00	0	-	0
15:00	0	1.5	0
16:00	17	0	23
17:00	33	-	25.5
18:00	9	0	1.5
19:00	0	-	0
20:00	0	-	0
21:00	0.5	-	0
22:00	0	-	0
23:00	0	-	0
24:00	0	-	0

※鷹栖観測地点は、道営幹線排水路下流地点の雨量計データ

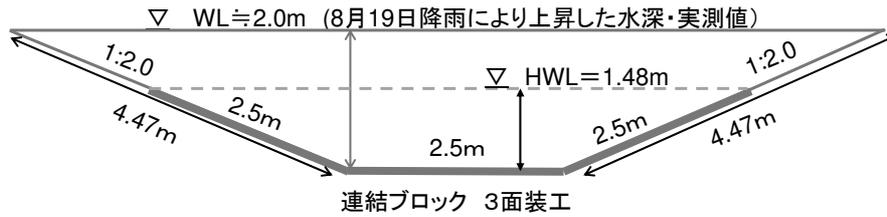


図-3 道営北維地区幹線排水路 現場調査地点の断面

②ケース2：現地実測データにもとづく場合

現地の降雨データ、流量観測データ、水深データにより、流量、流出率、洪水到達時間を算出した。

③試算結果の比較

試算結果は、表-2 のとおりである。

洪水到達時間は、ケース1、ケース2とも $t=1.16\text{hr}$ となった。また、流出率は、ケース1は $f=0.31$ 、ケース2は $f=0.39$ であった。

このように、ケース1とケース2の比較では、洪水到達時間は同じ、流出率は同程度であった。

なお、計画値の流出率 $f=0.25$ に比べ、試算結果が上回っており、計画値以上の流出状況であったことになる。

表-2 洪水到達時間・流出係数の比較

	洪水到達時間 t	流出率 f	流量 Qmax
計画値	-	0.25	12.3 m ³ /s
①ケース1（水理公式にもとづく場合）	1.16 hr	0.31	19.2 m ³ /s
②ケース2（現地実測データにもとづく場合）	1.16 hr	0.39	16.6 m ³ /s

※排水路の計画諸元における流量は、1/10年確率によるものである。

(2) 短時間における
流量・流出率の推移

現地観測データによる、8月19日の10分間雨量と、10分毎の流量の変化を示す(図-4)。

8月19日の16:50～17:00に、最大雨量 13.0mm/10min

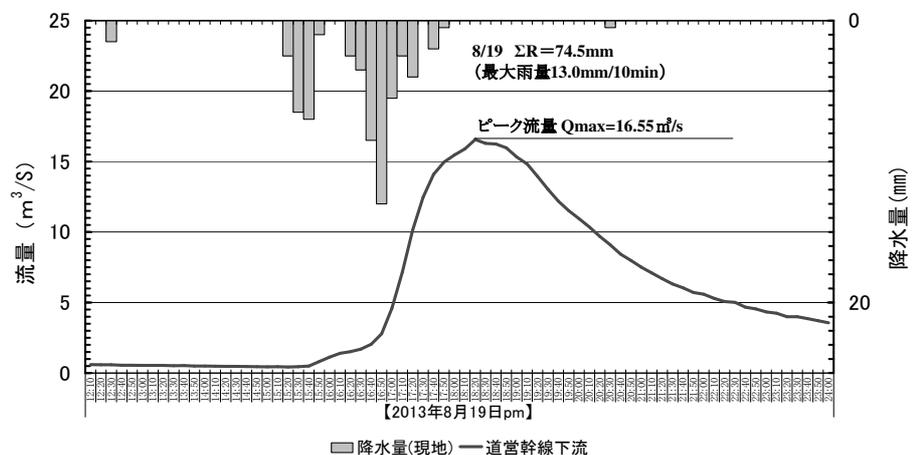


図-4 降水量と道営幹線下流地点の流量の変動（10分間データ）

を観測し、18:20～18:30 にピーク流量 $Q_{max}=16.55m^3/s$ を観測した。

次に、8月19日の現地観測データから、時系列（10分間）の流量、水深、流出率の推移について試算した。

試算では、10分毎に観測地点に到達時間（1.16hr）で到達すると想定される流域内の雨量を、1時間相当の時間雨量強度に換算した。その結果と10分毎の排水量流量から、10分毎の流出率を逆算した。

排水路水深・流量（現地観測データ）、流出率の試算結果を図-5～7に示す。

流出率は、水位上昇が始まった16:40頃から、70分後（17:50～18:00）には、計画値である流出率 $f=0.25$ を超え、さらに、その20分後（18:10～18:20）には、流出率が $f=1.0$ に近づいていく試算結果となった。

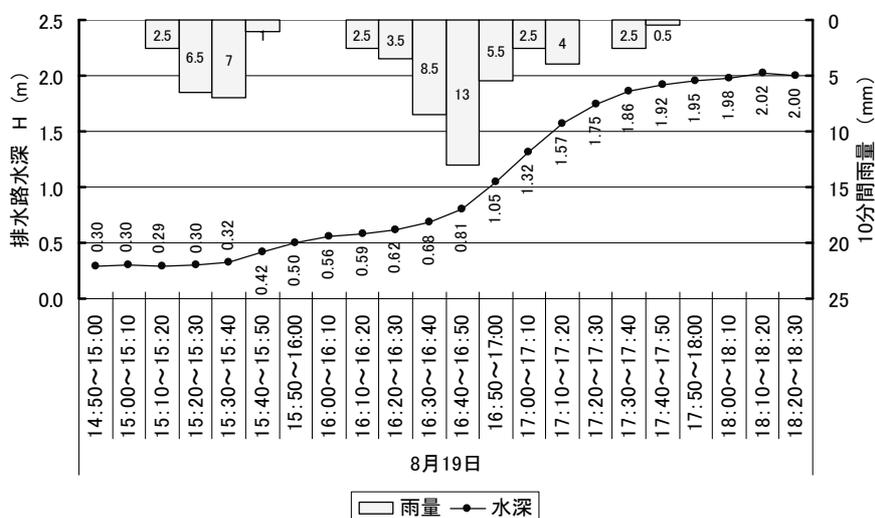


図-5 排水路水深の変化（2013年：鷹栖町・道営幹線排水路下流地点）

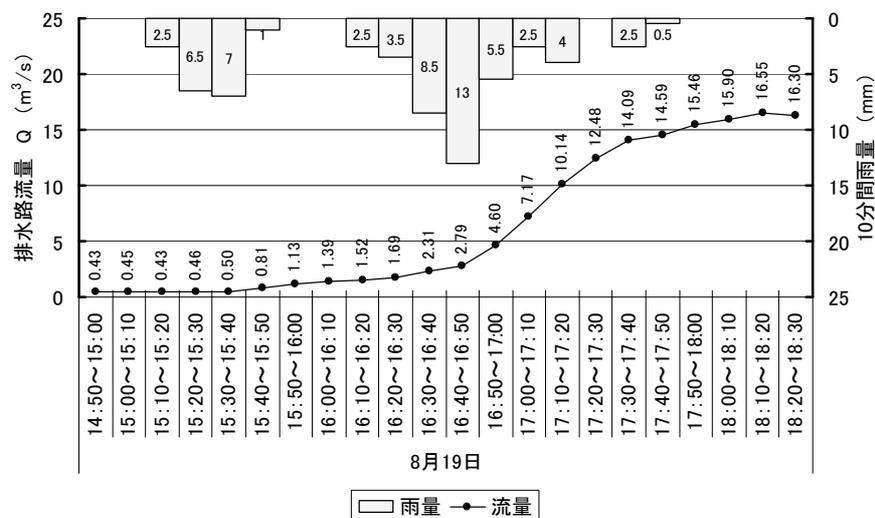


図-6 排水路流量の変化（2013年：鷹栖町・道営幹線排水路下流地点）

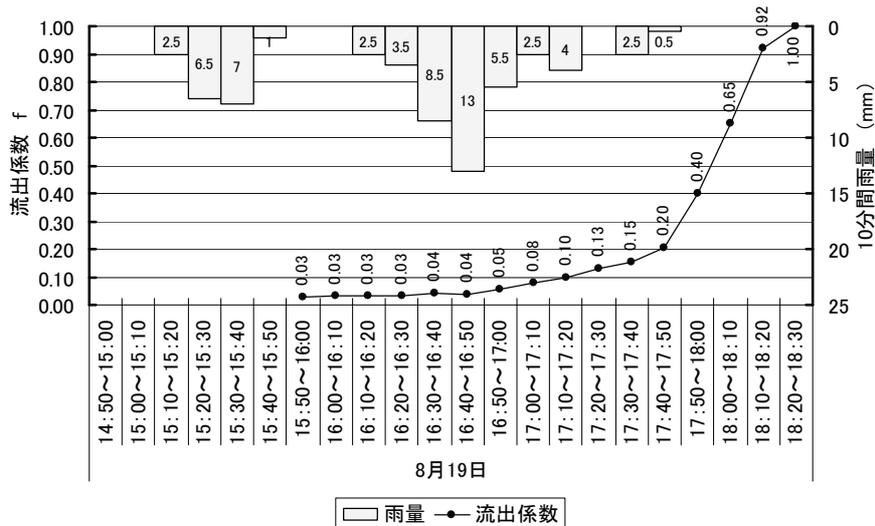


図-7 流出率の変化（2013年：鷹栖町・道営幹線排水路下流地点）

今回の試算結果をもとに、排水路流量と流出率の変化を概念的に整理（図-8）すると、次のとおりである。

排水路の流量（流下能力）を Q とし、計画流出率 $f=0.25$ を超えない範囲の流量を Q_1 とし、 $f=0.25$ を超える範囲の流量を Q_2 とする。

流出率が 0.25 を超えない場合は、流量の増加にともない、流出率 (f_a) も緩やかな傾きで上昇する。

さらに、降雨が続く場合には、計画排水量を上回り (Q_2)、流出率 (f_{b1}) も同様に上昇する。

一方、雨量強度が大きい場合には、流量の増加程度は大きく、その結果、計画流量 (Q_1) を上回り、さらに Q_2 も上回ることになり、流出率も計画流出率を超えた時点から上昇勾配が大きくなり、その流量増加分を Δq とする。

この急激な排水量の増加から、流出率は一時的に $f_{b2}=1.0$ 付近まで上昇することが想定され、ゲリラ豪雨等の短時間での降雨強度が大きくなる場合の特性と考えられる。

この要因としては、短時間の雨量の増加により、流域内の地表は急激に飽和状態となり、浸透量が減少し、表面流出量が増加するものと推定される。

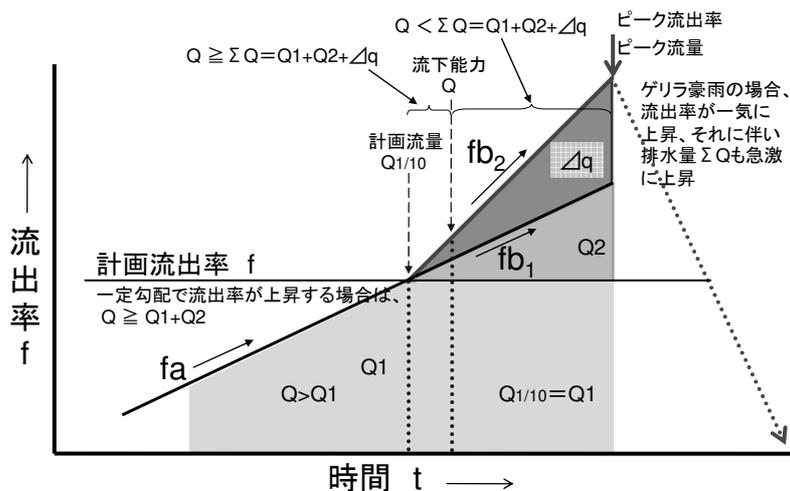


図-8 ゲリラ豪雨時の流出率と流量の変化の概念図

(3) 降水量と排水路流量による流出率の試算

現地の雨量計データと排水路水位データから H-Q 式により換算した排水路流量から、流出率を試算した。

検討期間は、降水量 (ΣR) は 8 月 18 日 24:00～8 月 20 日 17:00、排水路流量 (ΣQ) は流量が増加している 8 月 19 日 1:00～8 月 21 日 10:00 とした。

また、降水量に流域面積を乗じて流域内の降水量の積算値 (総雨量) とした。

これらの値から、流出率を試算すると 0.46 (表-3) となり、計画値の流出率 $f=0.25$ 、前述の試算値 $f=0.31 \sim 0.39$ を上回った。

このように、雨量強度が高い場合には、実態の流出率は大きな値を示す可能性が示唆された。

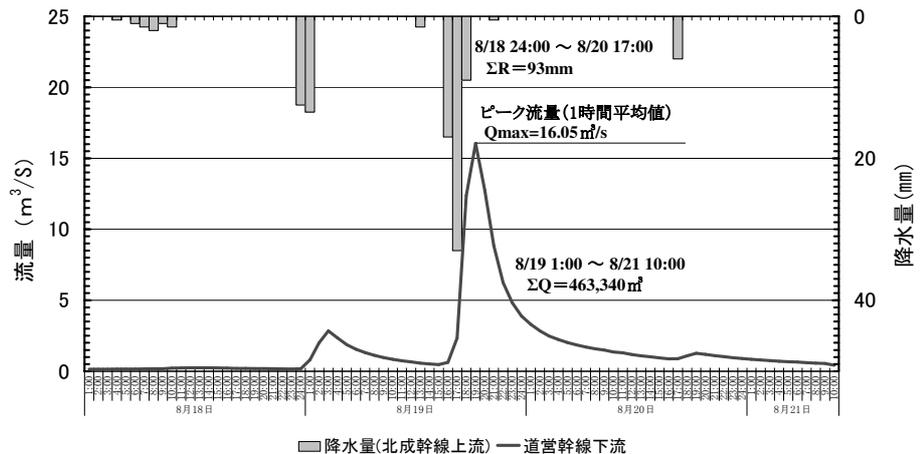


図-9 降水量と道営幹線下流地点の流量の変動

表-3 流出率の試算

①排水路流量 $\Sigma Q=$	463,340 m ³
②降水量 $\Sigma R=$	93.0 mm
③流域面積 $A=$	10.8 km ²
	= 10,800,000 m ²
④総雨量 = ② × ③ =	1,004,400 m ³
⑤流出率 (① ÷ ④) $f=$	0.46

Ⅲ. まとめ

今回は、1 事例の検討結果であり、今後蓄積されたデータにより同様な解析・検討を実施していく予定である。

このように、短時間の大雨の影響により、急激に流出率が上昇し流量が増加する状態に対して、農地の総合排水対策検討部会では、現行の設計指針等による排水計画を基に、排水施設の計画に反映し、以下の内容について検討している。

- 排水路の従来設計に対し、流出率の変化を想定した安全率の評価を行う。
- ・ 排水路断面の余裕高も含めた流下能力の確認 (管渠、函渠等の断面狭窄部も含む)
- ・ 設計流量を超えた場合の排水路法面部の強度の確認

最後に、このような考え方を通じ、ゲリラ豪雨等の大雨時の農業用排水施設の減災対策につなげていきたい。