

昭和 56 年 8 月豪雨における内水排除地区の内水災害と 降雨の水文統計的評価

—既存排水系施設の有効的内水排除(1)—

秋 野 隆 英*

The Internal Disasters and Hydrological Statistical Estimate of the Precipitation in the Drainage Regions during the Storm Rainfall in August, 1981

—Effects on Internal Drainage of the Existing Drainage Network (1)—

Takahide AKINO

要 旨

本研究は既存排水系施設の有効的内水排除について検討したもので、一連の研究成果を順次報告するものである。

本報では昭和 56 年 8 月豪雨における内水災害について、とくに北村および夕張太地区を選定し、その実態とこの降雨の水文統計的評価を行ったものである。

Abstract

This paper is the first piece of the serial researches on the effects on internal drainage of existing drainage network.

The internal disasters are examined and the precipitation is estimated, based on hydrological statistics, during the storm rainfall in August, 1981, especially in Kitamura and Yubaributo regions.

1. ま え が き

近年、水資源の逼迫に伴う水需給の不均衡、寒冷地帯に多い水田利用再編に伴う水田土地利用の変化、営農多様化に伴う水利用構造の多局化等によって農業水利の再検討が始められた。

本研究はこのような農業環境下において、減反のきびしく、泥炭地基盤沈下の甚しい北海道の水田地帯を対象に、その内水排除構造を把握するとともに、畑地転換に伴う湛水被害防止のために、既存排水系施設の有効的活用を図り、排水系統の見直し、補助的排水施設増設の有意性について検討するものである。

本報告では石狩川水系流域における低平地水田

地帯で、内水災害を被ることの多い北村（北村地区）、南幌町（夕張太地区）の 2 箇所の内水排除地区を選定し、1981 年 8 月 3～6 日の異常豪雨による洪水災害の実態とこの降雨の水文統計的評価を行ったものである。

2. 内水災害の実態

2. 1 内水の発生原因と大きさ

1981 年 8 月 3～6 日の大雨により、石狩川下流域の低平地では、家屋・田畑・道路・橋梁等に莫大な損害を与えた。

一連降雨量として、岩見沢 410 mm、苫小牧 356 mm、千歳 327 mm、長沼 404 mm、美唄 405 mm および恵庭島松 406 mm 等軒並み 300 mm をはるかに越えている。この異常な降雨量をもたらした

* 土木工学科 助教授

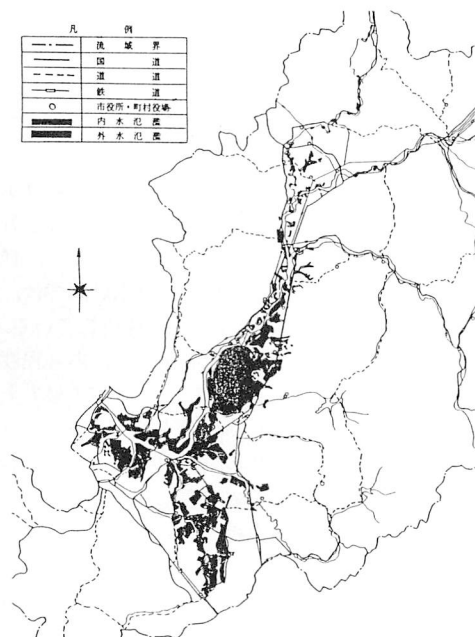


図-2 石狩川水系氾濫図
〔「北海道開発局：北海道における昭和 56 年夏季出水の概要」より掲載〕

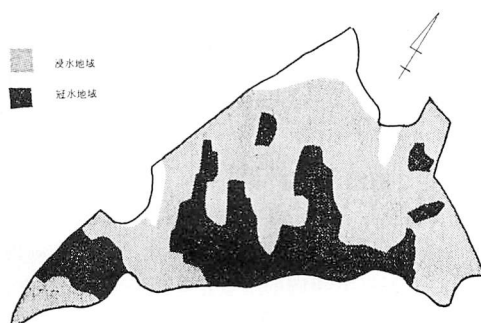


図-3 北村地区被災図

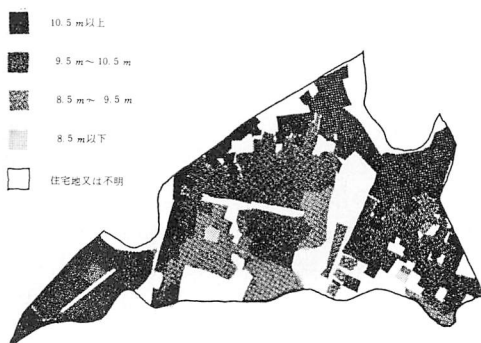


図-4 北村地区土地高低図

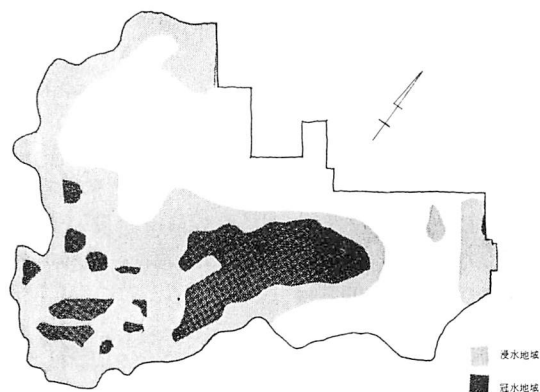


図-5 夕張太地区被災図



図-6 夕張太地区土地高低図

風 12 号による降雨が再び激しくなると、外水位は急激に上昇し内水位を越え、降雨の終了する 6 日 8 時には 14.07 m になり、一方内水位の最大値は 9.56 m にも達し、最低地盤高より 1.36 m 上回ることになる。降雨終了後約 6 時間後に内水位の低下が始まり、この間内水位が標高 9.5 m 以上にある時間幅は 19 時間、また 9.0 m 以上になっている時間幅は 61 時間で長時間にわたって冠水・浸水したことになる。

北村地区における冠水・浸水状況を図-3 に示す。さらに昭和 40 年代の圃場整備事業関連計画図より地盤の標高を作成し、図-4 に示す。

これらの図より冠水地域と標高 9.5 m 以下の地盤とがほぼ一致していることが認められる。

2. 2. 2 夕張太地区の内水被害

南幌の雨量によると、8 月 4 日に入って急に降雨が多くなり 4 日 12 時には累計 143 mm、さらに前半の降雨の終了する 20 時ごろには 204.5 mm に達している。この間内水位が上昇し、一時 5.5 m 以上になって、4 日 16 時に排水ポンプ運転を開始

した。その後外水位が上昇し、内・外水位が5.4 m となった時点で樋門の扉を閉鎖して機械排水を行っている。降雨は4日20~23時の間止み、その後台風12号の影響により再び降り始め、3~6日までの雨量の総計は369.5 mmに達した。外水位はさらに上昇し、最高9.76 mになる一方、内水位も徐々に上昇し、6日午前には6.26 mの最大値を示した。この間内水位が6 m以上および5.5 m以上となっている時間幅がそれぞれ17,50時間に達している。

夕張太地区の冠・浸水状況を図-5、土地高低図を図-6に示す。冠水地域は旧鶴沼一帯と西20号幹線排水路に沿った一部で、地盤の高低とはほぼ一致している。

3. 降雨の水文統計的評価

3. 1 降雨の計画基準

排水計画は洪水時排水と常時排水について考慮しなければならない。洪水時の排水計画における計画基準値は、内・外水位に支配されて発生する地区内湛水による農作物の冠・浸水および倒伏等の被害額と、これを防止するための事業投資額との関係から決定され、それに対応して基準年が仮定される。ところが基準要因である農作物の湛水被害額の算定および内・外水位関係の把握が困難なために、これらを左右する要因でしかもかなりの相関が認められ、かつ資料の収集が比較的容易である降雨量が基準要因として採用され、これによって確率的統計処理が行われている。すなわち過去における洪水の第1位あるいは第2~3位の降雨状況を調べ、経済的な面とのかねあいでその地域に対して妥当と思われる降雨を計画の基準とする。

一時的浸水に対しては比較的短時間の降雨量を基準にとり、長期にわたって浸水する地域では連続雨量を対象とする。また河川の外水位はその河川の計画高水位を対象にとると過大となるので、多くの場合20年に1~3回起る程度の洪水を対象として計画基準を決めている。この計画基準値を上回るような洪水が起きると、農地が浸水し、作物は被害をうけることになる。

洪水時の内水排除における計画基準雨量は、2日連続降雨を対象にして、10~20年に1回程度の大雨を計算し、これに近い年を基準年として採用する方が経済的に最適になることが多いので、計画策定上からは10年に1回の超過確率に基準を

合わせ、その基準に相当する値を計画基準雨量としている。従って計画基準内・外水位もこの基準に順じて決定される。しかし農地防災計画においては50年に1回の確率雨量が採用される場合もある。

雨量を統計的に処理する場合、その時間幅は土地利用や排水方式によって異なるが、一般に基幹排水計画においては、自然排水方式では1日、機械排水方式は1~3日、また末端排水計画では、水田の場合1日、畑の場合4時間を採用している。

水田のみを対象とする排水計画では、ある程度の湛水を許しているが、浸水による被害の最も大きい稲の穂ばらみ期における湛水被害を防ぐことをねらいとして、許容湛水深を30 cmとし、許容湛水深を越える湛水の継続時間は24時間を限度としている。一方、畑作物では原則として湛水は認められない。

したがって、水田利用再編のために、水田地盤にある程度の畑作物を転作するような汎用化農地では、当然無湛水が目標となるので、畑地対応の時間幅による計画基準雨量を採用しなければならない。このため、たとえば水田における日雨量24時間排除に対し、4時間雨量4時間排除等に変更することが必要となる。この場合水田対応の排水量に比べて、かなり大きな排水量となり排水諸施設の増大につながる。

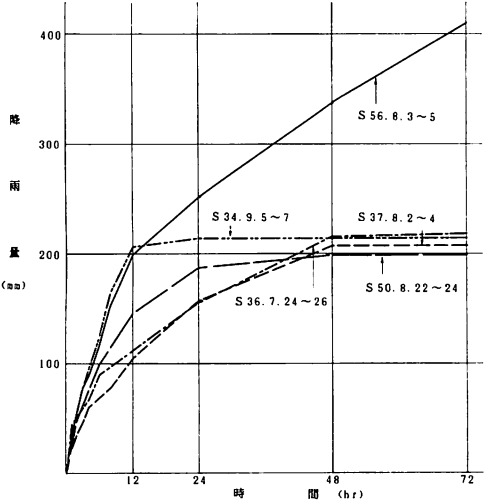
3. 2 降雨の評価

昭和56年8月3~6日の降雨について、確率計算を行い、その再現期間を調べるとともに、両地区の2日連続10年確率雨量等について検討した。

3. 2. 1 北村地区の降雨の評価

降雨は北村役場で日雨量を測っているが、観測開始が昭和39年で比較的新しく、昭和52年までの資料しかない。また時間雨量を観測していない。このため近傍に位置している新篠津雨量観測地点が、昭和56年8月3~6日の雨量に代用でき、この観測所は昭和26~56年の31年間、日雨量を観測している。またこの地区の近くに昭和22~56年の35年間の日雨量と昭和25~56年の32年間の時間雨量を観測している岩見沢測候所があり、両観測所とも現在も観測継続中である。ただし日雨量は9時日界とし、昭和27年までは10時日界である。

岩見沢測候所における昭和56年8月3~6日の降雨と過去の大雨について、継続時間と最大降雨量との関係で比較し、図-7に示す。ただし48、



図－7 継続時間と最大降雨量（岩見沢）

72 時間の雨量は 9 時日界による日雨量を累加したものである。この図によると過去の大雨は継続時間 24 hr 以降降雨量が増え続けているが、今回の降雨はそれ以降もなお増え続け、非常に大きな値となっており、3 日間雨量は約 2 倍にも達している。

さらに、新篠津および岩見沢の年最大 2 日連続降雨量を大きい順に求め、それぞれ表－2、表－3 に示す。

昭和 56 年 8 月 3～6 日の 2 日連続降雨量について、昭和 55 年までの資料により確率計算すると、新篠津で約 650 年、岩見沢で約 185 年に 1 回起きるであろう降雨量となる。また昭和 56 年のデータを加えて再計算すると、それぞれ約 165 年、約 84 年に相当し、再現期間は新篠津の方が大き

表－2 年最大 2 日連続降雨量（新篠津・昭和 26 年～昭和 56 年）

順位	年	月	日	降雨量 (mm)	順位	年	月	日	降雨量 (mm)
1	56	8.	4, 5	316.0	17	38	9.	15, 16	76.0
2	36	7.	24, 25	184.0	18	52	8.	8, 9	74.0
3	50	8.	22, 23	174.0	19	34	9.	5, 6	69.0
4	37	8.	2, 3	165.0	20	48	8.	17, 18	66.0
5	32	9.	17, 18	132.0	21	29	9.	11, 12	62.0
6	40	9.	16, 17	117.0	22	44	9.	30, 31	60.0
7	45	5.	10, 11	108.0	23	43	8.	8, 9	59.0
8	39	6.	3, 4	100.0	24	55	6.	9, 10	58.0
9	46	9.	4, 5	95.0	25	35	6.	28, 29	55.0
10	41	8.	19, 20	89.0	26	47	9.	23, 24	54.0
11	33	7.	22, 23	86.0	27	51	8.	11, 12	49.0
12	31	8.	17, 18	85.0	28	53	8.	17, 18	46.0
13	42	6.	28, 29	84.0	29	49	9.	8, 9	45.0
14	54	10.	19, 20	80.0	30	26	9.	2, 3	40.0
15	28	9.	25, 26	78.0	31	27	7.	26, 27	34.9
16	30	8.	18, 19	78.0					

表－3 年最大 2 日連続降雨量（岩見沢・昭和 22 年～昭和 56 年）

順位	年	月	日	降雨量 (mm)	順位	年	月	日	降雨量 (mm)
1	56	8.	3, 4	338.5	19	32	8.	28, 29	67.7
2	36	7.	24, 25	223.0	20	52	8.	8, 9	64.0
3	34	9.	5, 6	214.3	21	30	10.	1, 2	63.0
4	37	8.	2, 3	211.2	22	29	8.	18, 19	62.0
5	50	8.	22, 23	199.0	23	49	8.	25, 26	59.0
6	41	8.	18, 19	148.0	24	45	7.	11, 12	58.0
7	40	9.	16, 17	121.1	25	55	8.	18, 19	57.5
8	33	7.	22, 23	109.8	26	28	9.	25, 26	57.3
9	22	9.	14, 15	105.8	27	43	9.	29, 30	55.0
10	46	9.	4, 5	101.0	28	35	6.	27, 28	51.2
11	31	8.	17, 18	97.3	29	44	8.	23, 24	51.0
12	54	10.	18, 19	91.0	30	27	6.	30, 7. 1	42.4
13	48	8.	17, 18	87.0	31	24	10.	18, 19	42.0
14	23	8.	13, 14	77.4	32	51	8.	11, 12	39.5
15	25	9.	27, 28	74.4	33	26	6.	10, 11	37.0
16	39	6.	3, 4	73.1	34	47	9.	23, 24	32.5
17	42	9.	15, 16	68.1	35	53	5.	30, 31	32.0
18	38	8.	15, 16	67.9					

表－4 昭和56年8月3日～6日の降雨の再現期間（岩見沢 単位：年）

期 間	1 時間	4 時間	1 日間	3 日間
S 25～55	10	47	58	550
S 25～56	11	32	37	165

く、両者ともかってない豪雨であることが分る。

観測期間の多い岩見沢について、昭和25年以降昭和55年までと昭和56年をも含めた両方について、1時間、4時間、1日および3日間降雨量を時間雨量資料より調べ、これより昭和56年8月3～6日の降雨の再現期間を求めると表－4となる。この降雨は1時間最大降雨量は34.5mmで、再現期間は約10年相当となり、短時間降雨強度はそれほど大きくないが、長時間になる程再現期間は大きく、総降雨量の非常に大きい降雨といえる。

本地区は国営内水排除事業として昭和44年度から始まり、昭和46年度に完了した。この内水排除事業による計画基準雨量は、2日連続10年確率雨量により決定しているが、計画基準雨量の算定に用いた降雨資料は岩見沢測候所の昭和22～41年の20年間の日雨量を使用している。岩井法による2日連続10年確率雨量は176.5mmであった。したがってこの雨量より大きく最も近い値は昭和37年8月2、3日の2日連続降雨量211.2mmで、これを計画基準雨量として採用している。

新篠津および岩見沢における2日連続10年確率雨量を、昭和56年までの資料を用いて求めると、それぞれ151.4mm、167.8mmとなり、計画基準雨量より小さい。このため北村地区における計

画基準雨量は2日連続10年確率雨量より大きく最も近い値で示すと、新篠津では昭和37年8月2、3日の165.0mm、岩見沢では昭和50年8月22、23日の2日連続降雨量199.0mmとなる。

一方汎用化農地では、便宜的に4時間雨量4時間排除程度以上の計画排水量を採用することになっている。このため岩見沢における昭和25～56年の32年間について、時間雨量資料を用いて年最大4時間降雨量を求め、これを大きい順にし、表－5に示す。4時間雨量の10年確率雨量をやはり岩井法により求めると、65.5mmとなる。この値より大きく最も近い4時間雨量は昭和36年7月25日の降雨量66.7mmであり、この降雨の2日連続降雨量は7月24、25日の223.0mmである。水田単作の場合の2日連続10年確率雨量167.8mmより大きく、確率計算すると約22年相当の降雨量に匹敵する。

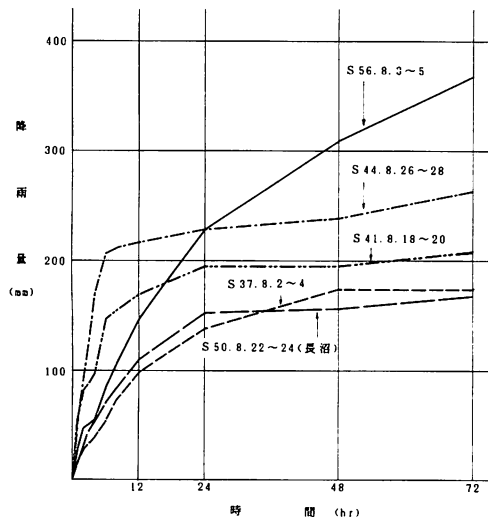
3. 2. 2 夕張太地区の降雨の評価

降雨は南幌町の農業協同組合で比較的長期に観測しており、日雨量については昭和25～52年の28年間、時間雨量については昭和37年～48年の12年間観測している。また昭和56年は8月3～6日のみ特別に観測してある。一方、この地区の近くに昭和14～56年の43年間の長期にわたって日雨量を観測している恵庭島松観測所があり、現在もアメダスで観測継続中である。（日雨量は9時日界とし、昭和27年までは10時日界である。）

南幌雨量観測所における昭和56年8月3～6日の降雨と過去の大雨について、継続時間と最大降雨量との関係と比較し、図－8に示す。北村地区と同様に今回の雨がかなり大きいことがわか

表－5 年最大4時間降雨量（岩見沢・昭和25年～昭和56年）

順位	年	月 日	降雨量(mm)	順位	年	月 日	降雨量(mm)
1	34	9. 6	94.9	17	49	8. 26	35.0
2	56	8. 4	88.5	18	44	8. 28	33.0
3	50	8. 23	75.5	19	29	8. 19	32.3
4	41	8. 19, 20	70.0	20	55	8. 19	31.5
5	36	7. 25	66.7	21	27	7. 26	31.3
6	37	8. 3	60.4	22	48	8. 17	31.0
7	30	10. 2	56.9	23	38	8. 16	30.8
8	33	7. 23	49.1	24	28	8. 14	30.6
9	39	9. 13	49.0	25	25	9. 13	29.7
10	52	8. 9	42.0	26	26	6. 22	28.9
11	32	8. 28	40.3	27	35	8. 10	24.2
12	54	10. 19	39.0	28	43	7. 24	24.0
13	31	8. 18	38.1	29	53	7. 26	23.0
14	46	10. 5	37.5	30	42	9. 16	22.7
15	45	9. 2	36.0	31	47	9. 24	21.5
16	40	9. 16	35.4	32	51	7. 28	21.0



図ー 8 継続時間と最大降雨量
(南幌、ただし昭和 50 年は長沼)

る。
恵庭島松および南幌の年最大 2 日連続降雨量を大きい順に求め、それぞれ表ー 6、表ー 7 に示す。
昭和 56 年 8 月 3、4 日における 2 日連続降雨量は両者とも非常に大きな値であるが、恵庭島松の方が南幌より大きく、距離にして約 10 km しか離れていないにもかかわらず、雨の降り方が異なっている。これらの値は、昭和 55 年までの資料によ

り確率計算すると、恵庭島松で約 800 年、南幌で約 100 年相当の降雨量となり、昭和 56 年のデータを加えると、それぞれ概ね 240 年、52 年相当となり、恵庭島松の 2 日連続降雨量はかなり大きな豪雨であることが分る。
南幌における昭和 37 年以降昭和 55 年までと昭和 56 年をも含めた両方について、1 時間、4 時間、1 日および 3 日間降雨量を時間雨量資料より調べ、これより昭和 56 年 8 月 3～6 日の降雨の再現期間を求めると表ー 8 となる。ただし時間降雨については昭和 49～55 年の期間は観測されていないため、南幌町近くで、気象および地形条件の類似する長沼観測所（昭和 50 年～昭和 55 年。昭和 49 年欠測）および西野幌（昭和 49 年）の資料を使用した。これによると 1 時間最大降雨量は 29 mm で再現期間 5 年相当となり短時間降雨強度はそれほど大きくないが、総降雨量はかなり大きい。しかし北村地区における岩見沢測候所に比べると、再現期間は小さい。
本地区は国営内水排除事業として昭和 41 年度から始まり、昭和 44 年度に完了した。計画基準雨量の算定に用いた降雨資料は恵庭島松観測所の昭和 18～37 年間の 20 年間の日雨量を使用している。岩井法による 2 日連続 10 年確率雨量は 167 mm である。しかし、恵庭島松では時間雨量の資料がないため、近傍で時間雨量を観測している南

表ー 6 年最大 2 日連続降雨量（恵庭島松・昭和 41 年～昭和 56 年）

順位	年	月	日	降雨量 (mm)	順位	年	月	日	降雨量 (mm)
1	56	8.	4, 5	400.0	23	14	7.	9, 10	80.0
2	25	7.	31, 8. 1	261.0	24	15	10.	24, 25	77.0
3	41	8.	19, 20	181.0	25	45	6.	19, 20	74.0
4	34	9.	6, 7	173.0	26	20	10.	31, 11. 1	71.0
5	50	8.	22, 23	164.0	27	52	8.	8, 9	70.0
6	31	8.	17, 18	151.0	28	23	5.	2, 3	66.0
7	37	8.	2, 3	150.0	29	43	9.	29, 30	63.0
8	22	9.	14, 15	148.0	30	36	10.	5, 6	62.0
9	54	10.	19, 20	145.0	31	42	6.	5, 6	60.0
10	47	9.	16, 17	127.0	32	30	10.	7, 8	55.0
11	39	6.	3, 4	127.0	33	29	8.	18, 19	52.0
12	16	9.	30, 10. 1	125.0	34	24	10.	29, 30	52.0
13	48	8.	17, 18	120.0	35	53	10.	29, 30	51.0
14	40	9.	9, 10	110.0	36	19	6.	14, 15	51.0
15	33	7.	22, 23	105.0	37	44	8.	23, 24	49.0
16	46	9.	3, 4	104.0	38	49	6.	5, 6	47.0
17	27	10.	3, 4	104.0	39	38	9.	30, 10. 1	46.0
18	18	10.	25	98.0	40	35	7.	9	45.0
19	17	9.	21, 22	98.0	41	51	10.	30, 31	42.0
20	28	9.	25, 26	92.0	42	26	8.	31, 9. 1	41.0
21	21	10.	15, 16	84.0	43	55	6.	16, 17	39.0
22	32	9.	16, 17	82.0					

表－7 年最大2日連続降雨量（南幌・昭和25年～昭和56年、ただし53年～55年欠測）

順位	年	月 日	降雨量(mm)	順位	年	月 日	降雨量(mm)
1	56	8. 3, 4	309.5	16	33	7.22,23	84.0
2	44	8.27,28	239.0	17	30	8.18,19	83.0
3	34	9. 6, 7	199.0	18	32	9.17,18	81.0
4	41	8.19,20	195.0	19	52	8. 8, 9	76.0
5	50	8.22,23	179.0	20	42	6. 5, 6	74.0
6	37	8. 2, 3	174.0			9.15,16	
7	36	7.24,25	172.0	21	51	8.11,12	69.0
8	40	9.16,17	135.0	22	28	9.25,26	61.0
9	48	8.17,18	128.0	24	29	8.18,19	54.0
10	25	8. 1	122.0	25	49	6. 6	49.0
11	31	6.12,13	113.0	26	47	9.23,24	48.0
12	27	7.26,27	111.0	27	35	7. 9,10	41.0
13	45	10.25,26	99.0	28	38	10. 1, 2	38.0
14	46	9. 4, 5	96.5	29	26	7.21,22	37.0
15	39	6. 3, 4	89.0				

表－8 昭和56年8月3日～6日の
降雨再現期間（南幌 単位：年）

期 間	1 時間	4 時間	1 日間	3 日間
S 37～55	5	3	50	84
S 37～56	4	3	26	34

表－9 年最大4時間降雨量（昭和37年～昭和56年）

順位	年	月 日	降雨量(mm)	地 点
1	44	8.28	168.0	南 幌
2	41	8.19,20	97.0	" "
3	46	10. 5	73.0	" "
4	40	9. 9	62.0	" "
5	52	8. 5, 6	59.0	長 沼
6	56	8. 4	55.0	南 幌
7	48	8.17	53.0	" 沼
8	50	8.23	53.0	長 沼
9	54	10. 1	50.0	" "
10	45	8.24	44.5	南 幌
11	39	9.13	41.0	" "
12	37	8. 3	39.0	" "
13	47	9.24	33.5	" "
14	38	9.21,22	30.0	" "
15	49	8. 6	30.0	西野幌
16	51	8.12	27.0	長 沼
17	42	9.16	26.0	南 幌
18	53	8.24	23.0	長 沼
19	55	6.17	23.0	" "
20	43	8. 9	21.0	南 幌

ただし、南幌 S 37～48、S 56 西野幌 S 49
長沼 S 50～55

長沼観測所の資料を用いており、2日連続10年確率雨量にはば対応している昭和37年8月2、3日の実測降雨量169mmを計画基準雨量としている。

恵庭島松および南幌における2日連続10年確率雨量を、昭和56年までの資料を使って計算すると、それぞれ173.7mm、196.8mmとなり、両者ともに前述した計画基準雨量より上回っている。

このため南幌における計画基準雨量は、2日連続10年確率雨量196.8mmより大きく、最も近い値の実測降雨量は昭和34年9月6、7日の199mmとなる。

一方、汎用化農地では4時間雨量を計画排水量としている。このため南幌（一部、長沼、西野幌を含む。）における時間雨量資料を用いて年最大4時間雨量を大きい順に求め、表－9に示す。4時間雨量の10年確率雨量を計画すると87.8mmとなる。この値より大きく最も近い4時間雨量は昭和41年8月19、20日の降雨量97mmであり、このときの2日連続降雨量は195mmである。この場合、水田単作の場合の2日連続10年確率雨量196.8mmよりわずかに小さい。

4. あ と が き

本研究は既存排水系施設の有効的内水排除の一連の研究成果を順次報告するものである。

本報では、昭和56年8月3日から6日にかけて、寒冷前線と台風12号とに基づく大雨により石狩川全流域にわたって洪水の被害を被ったが、そのうち特に被害の大きかった北村および南幌町を選び、その内水災害および降雨の水文統計の評価について考察を加えたものである。

なおこの一連の研究は、1983、1984年度文部省科学研究費（試験研究）「寒冷地帯における水田用・排水の有効的水管理」（研究代表者：片岡隆四）の研究成果の一部であり、本研究を行うにあたり御指導いただいた北海道大学農学部教授片岡隆四博士、御助言をうけた同学部助手桜田純司博士、ま

た関係資料を提示して頂いた北海道開発局農業水産部、同札幌開発建設部、北海道農地開発部および北村、南幌町役場に深く感謝の意を表わすものである。

参 考 文 献

- 1) 北海道開発局：昭和 56 年洪水報告書，建設部，1982
- 2) 北海道開発局：北海道における昭和 56 年夏期出水の概要，1982
- 3) 農業土木学会北海道支部：石狩川下流域の排水対策，1982
- 4) 北海道：営農改善対策調査報告書，農地開発部耕地計画課，1982
- 5) 北海道開発局：大雨に関する 30 年間統計解析資料，札幌開発建設部農業調査課水利総合対策室，1982
- 6) 北海道：北海道の大雨資料，第 6 編，土木部河川課，1978
- 7) 北海道開発局：国営北村地区土地改良事業計画添付書 I，1969
- 8) 北海道開発局：国営夕張太地区土地改良事業計画添付書 I，1969
- 9) 岩井重久，石黒政儀：応用水文統計学，森北出版，1970
- 10) 農業土木学会：汎用耕地化のための技術指針，1979

(昭和 59 年 11 月 30 日受理)

