

平成 30 年北海道胆振東部地震での農業水利施設の被災概要

The Damage of Irrigation and Drainage Facilities due to 2018 Hokkaido Eastern Iburu Earthquake

松 岡 宗 太 郎*
(MATSUOKA Sotaro)

川 口 清 美**
(KAWAGUCHI Kiyomi)

小 野 尚 二***
(ONO Shoji)

武 下 和 幸*
(TAKESHITA Kazuyuki)

I. はじめに

平成 30 年 9 月 6 日午前 3 時 7 分に北海道胆振地方中東部の深さ約 35 km でマグニチュード (M) 6.7 の地震が発生した。地震は東北東-西南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、陸のプレート内で発生した¹⁾。K-NET・KiK-net で記録された最大加速度は、K-NET 追分 (HKD127) における 1,796 gal (三成分合成値) であった (図-1)²⁾。この地震により胆振地方で最大震度 7 を観測し、各地に甚大な被害が及び、北海道の農地・農業用施設関係の被害箇所は 305 カ所、被害額は 580 億円 (平成 31 年 1 月 28 日、農林水産省まとめ) にも及んでいる。特に事業実施中の国営かんがい排水事業「勇払東部地区」では厚真ダムや厚幌導水路などが、同事業「新鶴川地区」では用水路などが大きく被災し、また、完了地区の同事業「早来地区」の瑞穂ダムも被災した (図-2)。

本報では、まだ調査中ではあるが、胆振地方で直轄災害復旧事業の対象施設となっている上記 3 地区の農業水利施設の被災の現状を報告する。

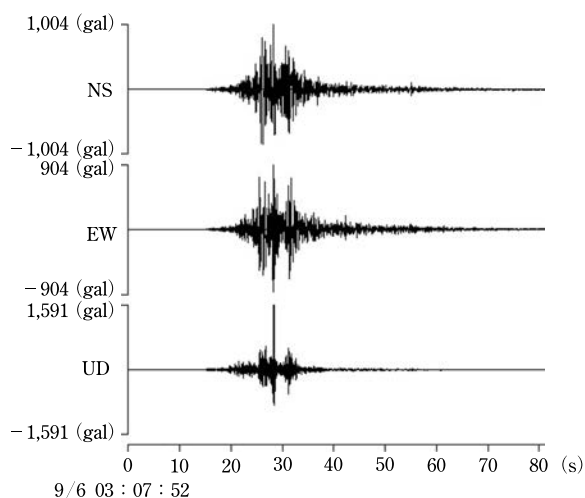


図-1 K-NET 追分の強震波形²⁾

*北海道開発局農業水産部農業整備課

**土木研究所寒地土木研究所

***北海道開発局室蘭開発建設部胆振東部農業開発事業所

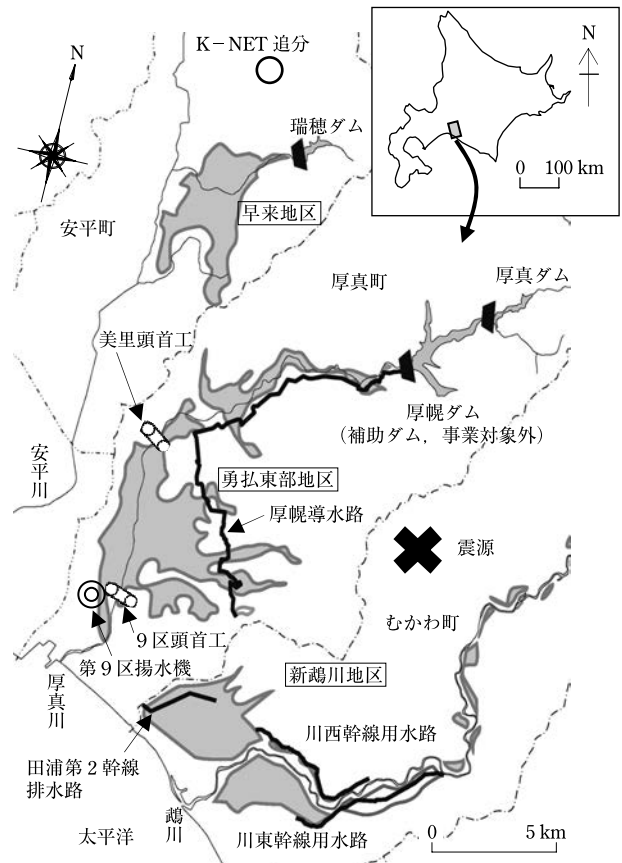


図-2 胆振地方における直轄災害復旧事業対象施設

II. ダム

1. 厚真ダム

二級河川厚真川の本川上流部に建設され、昭和 46 年に供用開始された厚真ダムは、流域面積 52 km²、堤高 38.2 m、堤頂長 222.0 m、有効貯水容量 9,523 千 m³ の中心遮水ゾーン型フィルダムで、設計洪水流量 530 m³/s を流下させる側水路横越流型の洪水吐を備えている (図-3, 4)。発災時 (写真-1) の貯水位は、常時満水位から約 40 cm 下がり満水に近く、発災前日から約 5 m³/s の放流が行われていた。

震央からの距離は約 11.9 km、観測された揺れは、



地震、被害、農業水利施設、ダム、頭首工、用水路、土砂崩落

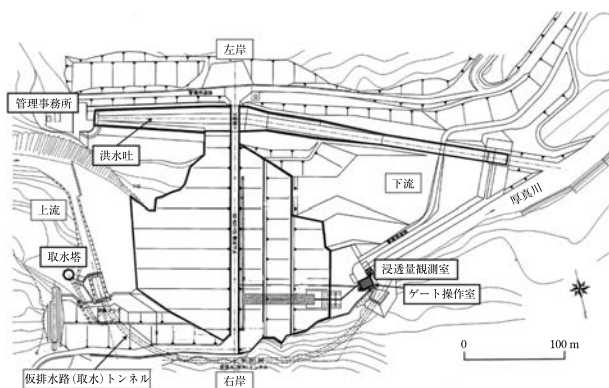


図-3 厚真ダム平面図

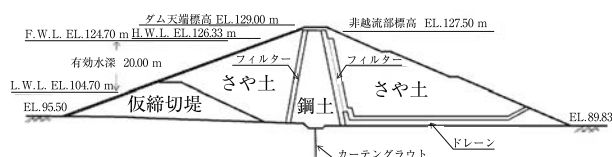


図-4 厚真ダム標準断面図

ダム天端位置で最大1,293 gal (上下流方向)、ダム基盤位置で最大305 gal (左右岸方向)であった。ダム周辺では大規模な斜面崩壊が多数発生し、ダムへの唯一のアクセス可能な道道が随所で寸断されたことから、北海道開発局職員および(国研)土木研究所寒地土木研究所職員は、発災直後より自衛隊のヘリコプターでダムサイトへアプローチし、ダムの安全確認を行うとともに応急対策を開始した。

(1) **堤体の安定性の確認** 発災直後の目視調査で、ダムサイト左岸法面の崩壊、下流右岸法面の崩壊を確認した。崩壊土砂は堤頂中央部付近まで達したが(写真-1)、これらの崩壊によるダム湖への土砂流入はほとんど見られなかった。ダム堤体本体は、上・下流法面とも安定性を損なうような不同沈下、クラック等の変状は見られず、下流法面周辺での浸出水も見られなかった。また、数日にわたり踏査を継続したがこれらに変化は見られなかった。

その後、簡易測量により堤体の表面変位を計測した結果、発災前と比べダム天端で最大17.8 cmの沈下を確認した。また堤体の横断測量の結果からは、目立った法面の変形は認められなかった。

(2) **取水・放流設備の被害状況** ダムの取水・放流設備は、湖内に設置された取水塔およびその直下に設置された取水・放流ゲートで構成されている。導水路はダム建設時の仮排水路トンネル(ダム右岸)を活用し、ダム直下の放水口付近にゲート操作室が設置されている。

ダム下流右岸法面の崩壊土砂が放水口およびゲート操作室を直撃し、破損・埋没によりゲート操作が不能



写真-1 発災直後の厚真ダム



写真-2 埋没した取水・放流ゲート操作室と浸透量観測室

となった(写真-2)。その状況下でも、ダム下流の流水の目視観測により発災前からの放流が維持されたと推測され、貯水位に影響するような降雨がなかったこともあり、徐々にダムの水位が低下した。発災11日後に、掘り出した操作室の機器と持ち込んだ油圧ユニットとを接続することにより、暫定的にゲートの開度を上げ水位低下を加速させることができ、発災18日後に貯水位はゼロとなった。

(3) **ダム管理施設(ダム挙動観測施設)** ダム挙動観測機器のケーブル類、受配電盤などが崩壊土砂等により破損し、水位、放流量、震度などの観測が不能となった。道道沿いに供給されていた電力も停止し現在(平成31年3月)も復旧していない。発災直後には、緊急措置として衛星通信水位計を上空からダム湖面に投下し、貯水位を遠方監視できる体制を整え安全確保に努めた。

また、ダム下流右岸部(ゲート操作室付近)に設置していた浸透量観測室が崩壊土砂により破損・埋没し、ダムの浸透量の観測が不能となった(写真-2)。土砂撤去を行い、仮復旧した施設で観測を開始した(平成30年12月)。



写真-3 洪水吐の土砂堆積状況および倒木撤去作業



写真-4 貯水池区域の斜面崩壊状況

(4) 洪水吐への崩壊土砂流入および側壁の損壊
ダムサイト左岸部では、上下流にわたって大規模な斜面崩壊が発生し、直下に位置する洪水吐が、広範囲にわたって倒木を含んだ崩壊土砂により破損・埋没した(写真-3)。

洪水吐には大量の土砂が流入し、通水障害を起こす恐れがあったため、緊急的に機能回復を図る必要があった。しかし、被災直後は道路が至る所で寸断され、ダムへの陸路でのアクセスが不可能で、流入土砂の撤去に必要な機械力の投入が困難であった。このため、自衛隊に協力要請し撤去作業を開始した。特に通水障害を助長する恐れのある倒木の切断・撤去に重点を置き、最大約 190 名体制での作業となった。アクセス道路の啓開が進み、重機の投入が可能となった段階で作業を機械力に移行し、ダム本体周辺に流入した約 32 千 m³の土砂をすべて取り除いた。

また現地踏査により、洪水吐導流部の側壁コンクリートの一部損壊やひび割れ、擁壁の傾倒などを確認した。これらの復旧に向け、詳細な調査を開始している。

(5) 貯水池の斜面崩壊 ダム貯水池区域で、貯水に影響があると考えられる斜面崩壊は 7 カ所で発生している(写真-4)。

崩壊の大きい箇所では、法長約 350 m、上幅約 100

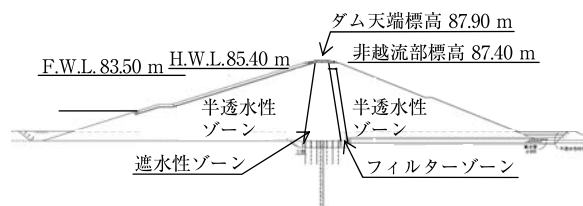
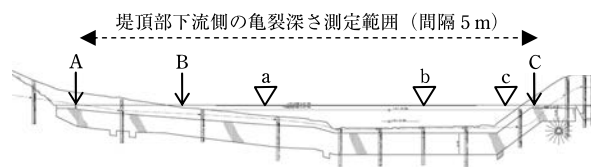


図-5 瑞穂ダム標準断面図



凡例 ▼：天端アスファルトの亀裂 ▼：堤体上下流の試掘調査箇所

図-6 調査箇所（縦断面図）

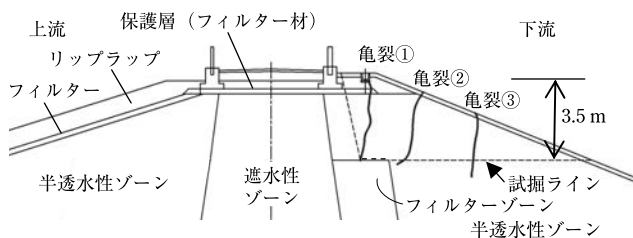
m、下幅約 300 m、深さ約 1 m の規模と推定している。ほとんどが表層に堆積する火山灰層をすべり面とする崩壊と見られ、面的規模が大きい割に崩壊土砂量が少ないことが特徴的である。

2. 瑞穂ダム

平成 10 年度に供用された瑞穂ダムは、総貯水量 4,300 千 m³、有効貯水量 3,900 千 m³、堤高 25.9 m、堤頂長 427.05 m、堤長幅 8.00 m の中心遮水ゾーン型フィルダムである。フィルターは下流側にしかない(図-5)。今回の地震により、ダム天端で最大 937 gal (上下流方向) の加速度を観測し、堤体天端アスファルトと堤頂部下流側に亀裂が、また貯水池内の地山で斜面崩壊が発生した。

(1) 天端アスファルトの亀裂 地震により、天端アスファルトの上下流方向に幅 1~2 mm 程度の新たな亀裂が生じた(図-6 亀裂 A, B)。また、図-6 の亀裂 C (発災前は幅 20 mm) は地震によって幅が 37 mm に広がった。これらの亀裂について、石灰水を投入し、アスファルト層、路盤層、保護層などを剥ぎ取りながら、フェノールフタレイン溶液の反応の有無を調べ、亀裂の到達深度を確認した。その結果、亀裂は深さ 15 cm 程度で、保護層や遮水性ゾーンまでは伸長していなかった。

(2) 堤頂部下流側の亀裂 堤頂部下流側の亀裂について、3 カ所(図-6 a, b, c)で試掘調査を行うとともに、堤頂方向に 5 m 間隔で深度を測定した。亀裂は 3 条あり(図-7)、亀裂の最大深度は亀裂①が 3.01 m、亀裂②が 2.73 m、亀裂③が 2.40 m、縦断延長(図-8)は亀裂①が 315 m、亀裂②が 207 m、亀裂③が 197 m である。亀裂①は浅部では開口性となっているが、深部の連続性は不明瞭であり、これらの調査では、亀裂



注) 最終的な亀裂の深度は床掘りで確認

図-7 堤頂部下流側の3条の亀裂（試掘調査b地点）

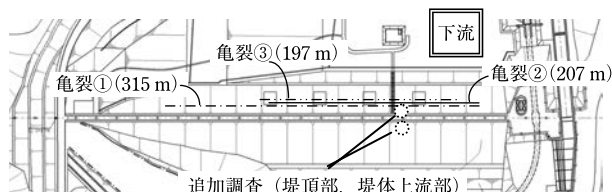


図-8 確認された3条の亀裂の縦断延長および追加調査箇所



図-9 貯水池への土砂流入箇所

はフィルターまで達していなかった。亀裂②、③とも地表面から連続した明瞭な開口亀裂は確認されなかった。なお、追加の試掘調査（図-8）の結果、図-6b地点と同じ断面の堤頂部および堤体上流部で、亀裂は確認されなかった。

(3) 貯水池地山の斜面崩壊 地震によって、貯水池地山10カ所程度で斜面崩壊が確認された（図-9）。発災直後に崩落土砂により貯水位が31cm上昇したことなどから試算し、貯水池内に流入した土砂量は、約213千 m^3 と推定している。

III. 頭首工・揚水機

1. 頭首工

平成18年度に竣工した美里頭首工は左岸高水敷護岸や管理橋、取水口などのコンクリートに、また平成6年度に竣工した9区頭首工は、左右岸高水敷護岸や管理橋、取水口、土砂吐ゲートの門柱などのコンクリートにクラック、破損が生じた。写真-5は9区頭首工の取水口左右のコンクリート擁壁が、取水口の背面にあるボックスカルバートに押されて傾倒し、クラックを生じた状況である。

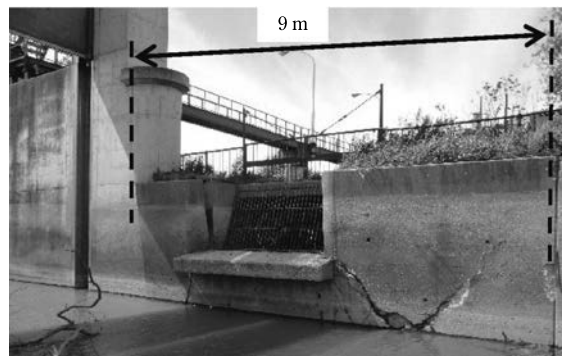


写真-5 取水口付近のクラック、損傷（9区頭首工）

2. 揚水機

平成16年度に竣工した第9区揚水機は吐水槽周辺地盤に15cm程度の沈下が生じ、またポンプ室内のコンクリート壁に幅0.5mm程度、長さ1.3mのクラックが生じた。

IV. 用排水路

1. 用水路（管水路）

勇払東部地区で整備した用水路のうち、特に被害の大きかった幹線の厚幌導水路を中心に地表踏査（管内調査未実施）の段階ではあるが被災状況を報告する。同導水路は、平成17年度に建設を開始し、平成30年春に計画延長約29kmのうち約27km区間の供用を開始した（図-10）。今回の地震によって、延長約10.2kmの被災を確認した。供用区間の口径および設計流量は、上流部で2,200mm、8.1 m^3/s 、下流部で1,200mm、1.0 m^3/s であり、主にFRPM管を使用している（図-11）。河川横断部以外の区間での最大の静水頭は24.4mである。

路線上の地質としては、丘陵地では堆積岩（けつ岩・砂岩の互層）の上に洪積層と火山灰層が分布し、沖積低地には主に泥炭や粘性土が分布している。

被災延長のうち約9割で地表面の沈下や地割れ、浮上といった変状（写真-6、7）が生じ、また残り1割で曲点工の前後の管の離脱（写真-8）が確認された。これらは、震度7の非常に強い地震動による、基礎地盤および管基礎材の強度低下などに伴い生じたと考えられるが、メカニズムの詳細はまだ明らかになっていない。

地震時は非灌漑期であったため、厚幌導水路には通水していなかったが、管内には残留水があった。そのため、管が離脱した箇所から漏水し、田面が陥没するなど17カ所で大きな被害が生じた。

2. 用水路（開水路）

(1) 川西幹線用水路 昭和45年度に竣工した川西幹線用水路は全延長7.9km、最大通水量6.1 m^3/s の開水路で、護岸は主に張ブロックである。

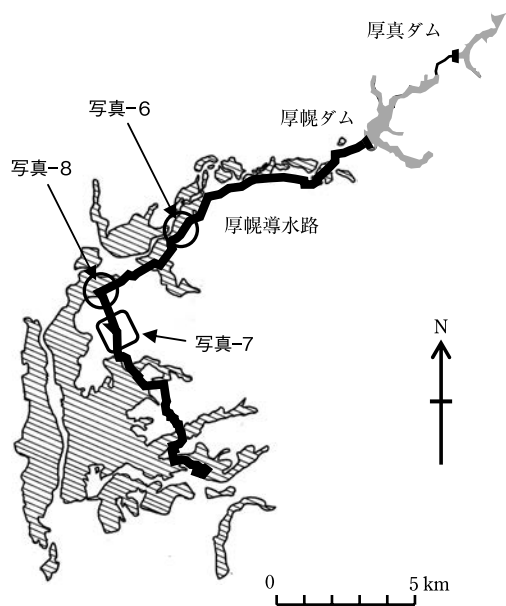


図-10 厚幌導水路（平成 30 年春に供用開始した区間）

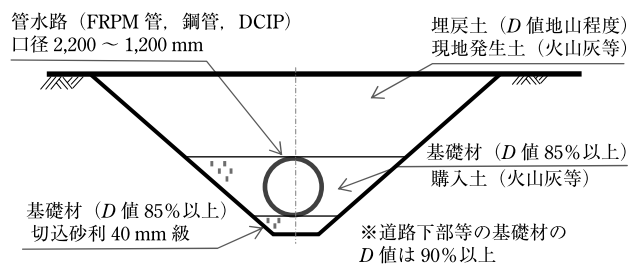


図-11 厚幌導水路標準断面図

地震によって、用水路背後の地山斜面で地すべりと土砂崩れが各 1 カ所発生し、それぞれ約 50 m (写真-9)、約 70 m にわたって用水路が土砂で埋塞した。

また、張ブロックの崩落や、はらみ出し、ひび割れが生じた。被災延長は全延長の約 8 割に相当する 6.3 km に及んだ。また、このほかに余震によっても被災範囲が拡大した。

(2) 川東幹線用水路 昭和 45 年度に竣工した川東幹線用水路は、全延長 8.5 km、最大通水量 5.0 m^3/s の開水路で、護岸は主に L 型ブロックである。

地震によって、L 型ブロックが前傾した。被災延長は全延長の約 4 割に相当する 3.3 km に及んだ。(1) 川西幹線用水路同様、余震で被災範囲が拡大した。

3. 排水路

田浦第 2 幹線排水路は、計画排水量を見直し、平成 27 年度から護岸を主に連節ブロックで改修している。最大排水量は、近年の降雨量の増加などから前歴の 26.8 m^3/s から 41.7 m^3/s に増加している。同排水路の総延長 4.1 km のうち、平成 29 年度までに 1.1 km を改修した。

地震によって、改修した区間のうち 127 m が被災し



写真-6 厚幌導水路埋設部の地表面の沈下（沈下量約 40 cm）



写真-7 厚幌導水路埋設部の地表面の浮上



写真-8 屈曲部前後の管の離脱（並列配管区間、右が厚幌導水路、左の離脱した管は支線）



写真-9 地すべりによる用水路の埋塞（川西幹線用水路）

た。フリーム水路部には目立ったクラック等の損傷は確認されていないが、左右岸の連節ブロックに沈下やはらみ出しなどが生じた（写真-10）。



写真-10 連節ブロックの沈下やはらみ出し

V. おわりに

点的構造物であるダム本体、頭首工などに比べ、総延長が長い用水路や、貯水池上流域の地山の被災状況の把握に時間を要するとともに、積雪の多い冬期に入り調査に労を要した。今後、管水路については管内調査などを実施し、貯水池地山については現地調査を行い、被災の箇所や原因等を明らかにしていく。

また、施設の復旧対応と平行して営農が継続できるよう、暫定的な取水ポンプの設置、統廃合で撤去する予定であった取水施設や用水路等の活用による用水確保などの対策も行った（令和元年5月の灌漑開始までに作付け予定のすべての水田に取水が可能となった）。

北海道では近年経験したことのない最大震度7の地震において、土地改良施設およびその周辺の安全確保と応急復旧対応の初期活動を経験し、特に下記についての重要性を認識した。

- ・ 対象施設へのアクセスの確保
- ・ 通信手段の確保と情報の共有化
- ・ 関係機関の連携体制の早期構築
- ・ 職員等の人員派遣体制の整備・確保
- ・ 設計コンサルタント、建設会社等との連携体制
- ・ 専門家の技術指導・助言
- ・ 技術的検討が進められる体制の早期整備

この経験を今後の災害対応などに活かしていきたい。

謝辞 本報の写真や測定結果などは、室蘭開発建設部と災害協定を締結している（一社）北海道土地改良設計技術協会および（一社）北海道土地改良建設協会のそれぞれ会員企業、ならびに土木研究所寒地土木研究

所、室蘭開発建設部、職員を派遣したその他開発建設部、北海道開発局の協力のもと得られたものである。また、地震直後から緊急に行った、厚真ダムの洪水吐や堤体周りの倒木や土砂の撤去作業は、自衛隊や北海道土地改良建設協会の会員企業によって行われたものである。ここに関係の皆様深く感謝申し上げる。

引用文献

- 1) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：平成30年北海道胆振東部地震の評価(2018), https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2018/20180906_iburi_3.pdf (参照2019年1月23日)
- 2) 防災科学技術研究所：平成30年北海道胆振東部地震による強震動(2018), http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/html/20180906030750/main_20180906030750.html (参照2019年1月23日)

[2019.9.13.受理]

略歴

松岡宗太郎 (正会員・CPD 個人登録者)



1970年 愛媛県に生まれる
1996年 北海道大学大学院農学研究科修了
北海道開発庁入庁
2017年 北海道開発局農業水産部農業整備課
2019年 農林水産省農村振興局整備部地域整備課
現在に至る

川口 清美 (正会員・CPD 個人登録者)



1964年 岐阜県に生まれる
1988年 岐阜大学農学部卒業
北海道開発庁入庁
2018年 土木研究所寒地土木研究所寒地農業基盤研究グループ
現在に至る

小野 尚二 (正会員・CPD 個人登録者)



1965年 兵庫県に生まれる
1988年 岡山大学農学部卒業
北海道開発局入局
2018年 室蘭開発建設部胆振東部農業開発事業所
現在に至る

武下 和幸 (CPD 個人登録者)



1963年 北海道に生まれる
1981年 北海道帯広農業高等学校卒業
北海道開発局入局
2018年 同農業水産部農業整備課
現在に至る