

# 希少植物に配慮した排水路整備の取組について

## —カワユエンレイソウの移植事例(第3報)—

釧路開発建設部 釧路農業事務所 ○岸田 陸  
伊藤 忠久  
渡辺 浩孝

国営総合農地防災事業「美留和地区」は、地区内の動植物の生息・生育環境に配慮を行いながら事業を進めている。本地区では、地域固有種のカワユエンレイソウの生育が確認されており、平成26年度に移植試験、平成28年度に移植を実施している。

本報告は、カワユエンレイソウの移植試験及び移植に係るモニタリング結果と今年度実施した移植について報告するものである。

キーワード：農地防災、排水路、モニタリング、植物調査、移植

### 1. はじめに

国営総合農地防災事業「美留和地区」は、北海道東部に位置する弟子屈町の受益面積753haの牧草畑の酪農地帯である(図-1)。本地区は、泥炭土に起因する地盤沈下の進行により排水路等の機能低下が生じ、湛水・過湿被害等が農業経営に大きな支障をきたしている。このため、排水路並びに暗渠排水等の整備を行い、それらの機能を回復することにより、農業生産の維持及び農業経営の安定化、併せて国土の保全に資することを目的として、平成25年度より事業に着手している(表-1)。

事業では、平成25～26年度において整備前の自然環境把握を目的とした環境調査を実施し、地区内において地域固有種のカワユエンレイソウが生育していることを確認している。当該種は地域に広く分布しているものの、一部の排水路整備において個体消失が想定されることから、移植試験を実施し、当該種の保全回復を図ることとした。

本発表は、平成26年度から継続実施している移植モニタリングの結果とともに、これらの結果を踏まえ本年度に実施した移植作業について報告するものである。



図-1 美留和地区位置図

表-1 美留和地区の概要

事業名	国営総合農地防災事業「美留和地区」
受益面積	753ha
関係市町村	弟子屈町
主要工事	排水路整備 8条 農地保全工(暗渠排水、整地工)

### 2. 地区周辺の自然環境

#### (1) 自然環境概要

本地区は、屈斜路湖・摩周湖の外輪山に囲まれ、大部分が阿寒摩周国立公園の普通地域に位置している(図-2)。地区内の大部分は採草地として利用されている平坦な地形であり、樹林地は地区外縁や河川、排水路沿いに見られる程度である。

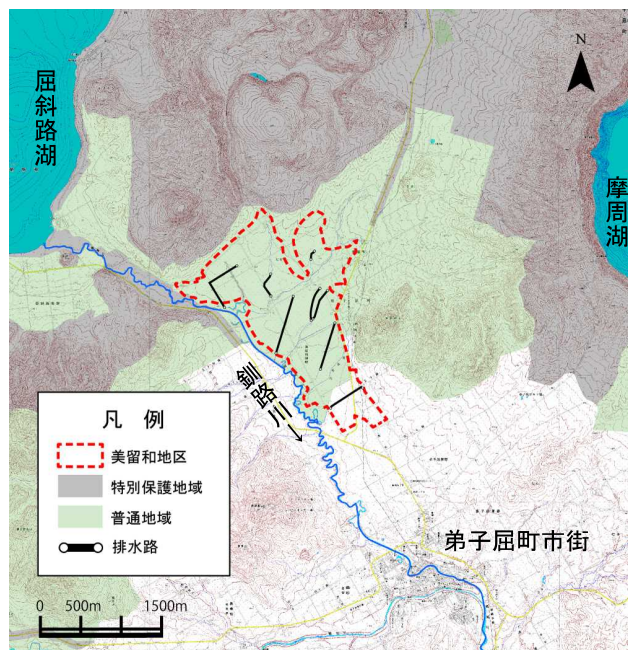


図-2 美留和地区周辺の環境概要

(2) カワユエンレイソウについて

a) 一般的生態

地域固有種のカワユエンレイソウ (*Trillium channellii*)は、弟子屈町の川湯温泉で発見されたユリ科エンレイソウ属の植物であり、オオバナノエンレイソウとミヤマエンレイソウの雑種と考えられている。

当該種的生活史過程については明らかとなっていないが、同属のオオバナノエンレイソウでみると、花期は5～6月、休眠期は9～10月である。また、種子から発芽して4～5年は葉が1枚しかなく、開花までにはさらに4～5年と、種子から開花までは10年以上の年数が必要となる。しかし、一度開花した個体は、毎年安定した開花・結実を繰り返す典型的な多回繁殖型多年草である<sup>1)</sup>。

なお、当該種は環境省の第4次レッドリストにて絶滅危惧IB類(EX)に選定されている。



写真-1 カワユエンレイソウ

b) 地域及び地区内における生育状況

本種は、弟子屈町周辺では国道沿いの林床等にオオバナノエンレイソウと混在する状態で大規模な群落を形成している。一方、地区内では大部分が採草地として利用されているため、一部の排水路沿いや採草地外周の樹林地の林床等に局所的に分布している状況にある。

3. 地区の移植計画

本地区の移植経緯は表-2のとおりであり、移植に際しては、図-3に示す移植計画フローに基づき、平成26年度に地区内で先行して移植試験を行ったA排水路のモニタリング結果を踏まえて移植方法及び移植先の適地条件の評価を行い、その後、株数の多い排水路B～Dの移植を行った。

本年度は、排水路Aのモニタリング継続結果及び昨年度に実施した排水路B及びCの移植結果を踏まえ、移植適地条件の精査を行い、本年度の移植(排水路D)に反映することを目的とした。

表-2 美留和地区の移植経緯

排水路名	施工年度	移植年度	移植個体数	移植先 <sup>※1</sup>
排水路A	H26	H26	20株 <sup>※2</sup>	排水路A
排水路B	H28	H28	89株	排水路C, D
排水路C	H28	H28	3株	排水路C
排水路D	H30	H29	42株	排水路D
計			154株	

※1 移植先は各排水路の整備区間外としている。  
 ※2 整備区間での生育数は13株であったが、試験株数確保のため整備区間外の株(7株)も移植

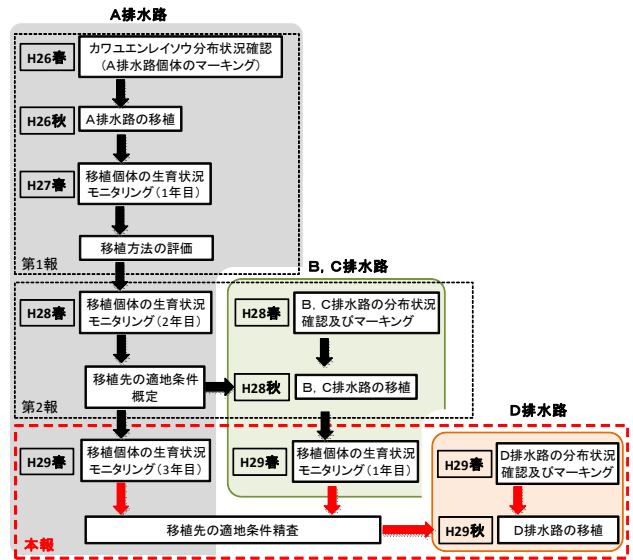


図-3 移植計画フロー

4. これまでの移植モニタリングのまとめ

(1) 平成26年度移植地モニタリング経緯(排水路A)

a) 移植先

移植先は、現況において当該種が生育している等の条件に合致する整備区間外を選定し、その上で植物生育上必要な日照・水分状況の差異による定着状況を把握する目的で、環境(水面からの距離、樹冠の有無等)が異なる4箇所に各5個体(4×5=計20個体)を移植している(表-3、図-4)。また、対照区として自生個体の生育地を2箇所選定している。

表-3 移植先での環境区分

水面からの距離	樹冠の有無	移植地 No
法面下部(A)	有り(a)	1-A-a
	無し(b)	1-A-b
法面上部(B)	有り(a)	1-B-a
	無し(b)	1-B-b

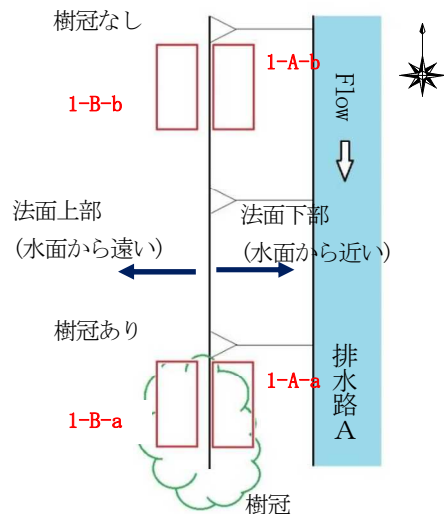


図-4 移植先のイメージ図

b) 移植方法、移植時期

移植方法は、本事業の内容と周辺環境の状況を踏まえ、草本類の移植方法の中から当該種の特徴、確実性及び作業効率を考慮し、「株移植」を採用している。

移植時期は、事業の工程を踏まえミヤマエンレイソウの移植適期が9月中旬<sup>2)</sup>であることを参考に、個体の掘取りから運搬、植え付けまでの作業を、地元関係者参加のもと休眠期である平成26年9月29日に実施した<sup>3)</sup>。

c) 調査諸元

調査項目及び調査目的を表-4に示す。葉緑素の測定は葉緑素計(SPAD-502Plus)を用い、土壌水分の測定はTDR法の土壌水分計センサーを用いた。天空率は魚眼レンズを用いた写真撮影にて全天写真を撮影(地表面50cm程度)し、画像解析ソフトにより解析した。相対照度は、光量子計を用い地表面50cm程度で照度を測定した。また、太陽光が100%当たる場所で測定した照度を基準に、相対照度(%)として林内の明るさを観測した。

表-4 移植先での調査内容

調査項目		調査目的
移植個体の生育状況把握	枯死の有無(生存率)	生育が継続できているか否かを把握するため
	開花の有無(開花率)	生育段階の後退等の有無から生育状況の良否を把握するため
	生育高	生育段階の後退や生育不適地におけるダウンサイジングの有無を把握するため
	葉のサイズ(長径、短径)	
	葉緑素(SPAD値)	根系の健全性を把握し、かつ、生育の良否を定量的に把握するため
移植地周辺の生育環境把握	土壌水分	植物の生育上、必要な土壌状態を把握するため
	土壌pH	
	天空率	植物の生育上、必要な日照状態を把握するため
	相対照度	

d) 移植後1年目及び2年目の調査結果概要と課題

移植後1年目(H27)の調査結果(表-5)では、平成26年度に移植した計20株のうち17株の生存が確認され、各移植地別の生存率も80~100%を示した。この結果から、移植方法(手法及び時期)については本種の生育上適切であったと評価した。

ただし、移植地別の生育状況から移植適地条件を評価した場合、移植地間で明瞭な因果関係が確認できなかった。この要因として、移植前の環境下における栄養の蓄積が考えられた。このため、移植適地条件の設定については、移植後1年目のモニタリング調査の結果のみではデータが不十分と判断した。

表-5 モニタリング調査1年目(H27)の結果

	生存率(%)	生育高(cm)	開花率(%)	葉のサイズ(cm)		葉緑素(SPAD値)	土壌水分(%)	天空率(%)	相対照度(%)	土壌pH
				長径	短径					
1-A-a	100.0	22.8	80.0	9.5	10.1	38.1	25.7	23.2	31.8	5.5
1-A-b	80.0	24.3	100.0	9.7	10.6	37.2	22.7	25.4	37.4	5.3
1-B-a	80.0	18.4	75.0	8.5	8.7	42.0	23.6	24.7	34.3	5.5
1-B-b	80.0	25.8	50.0	10.6	11.3	39.5	20.6	29.3	38.3	5.4

移植後2年目(H28)の調査結果(表-6)では、移植後1年目に大きな差がみられなかった開花率は、移植後2年目では1-A-aが80%から100%、1-B-bが50%から67%に増加したが、他の移植地は最大で25%まで減少しており、差がみられた。

一方、開花率以外の項目については、移植後1年目と同様に微差が見られる程度であった。

表-6 モニタリング調査2年目(H28)の結果

	生存率(%)	生育高(cm)	開花率(%)	葉のサイズ(cm)		葉緑素(SPAD値)	土壌水分(%)	天空率(%)	相対照度(%)	土壌pH
				長径	短径					
1-A-a	100.0	33.4	100.0	11.1	11.9	38.9	31.9	28.2	34.7	5.4
1-A-b	80.0	27.9	50.0	10.4	10.0	39.4	27.4	36.5	42.5	5.4
1-B-a	80.0	24.4	25.0	10.2	9.3	40.5	23.5	26.5	33.4	5.3
1-B-b	80.0	30.4	66.7	11.9	12.1	39.6	25.6	33.6	43.8	5.5

これらの結果について考察を行った結果、1-A-a以外の移植地については、生育環境が当初の生育地より劣っていたため、開花につながる初夏~夏季の生育状況が低下し生育段階の後退が生じたものと推察された。

ここで、生育環境項目のうち、移植地間で差異がみられた項目は土壌水分及び相対照度であり、これらの条件が生育状況を左右するものと推察し、最も良好に生育している1-A-aの条件を踏まえて移植適地条件を以下のように概定した。

- ①エンレイソウ属が自生している広葉樹林またはカラマツ等落葉針葉樹林であること
- ②土壌水分が30%以上であること
- ③相対照度が35%以下であること
- ④土地所有や立入等の移植作業に支障がないこと

ただし、これらの結果については当該年の気象条件に左右された可能性もあり、複数年の結果により精査する必要があると考えた。

(2) 平成28年度移植地モニタリング経緯(排水路B, C)

平成28年整備予定の排水路B及びCにおいて、平成28年9月8日及び9月28日に地元関係者参加のもと、カワユエンレイソウの移植(計92株)を実施した。

移植方法は排水路Aと同様とし、移植先は地区内の複数の候補地から上記の移植適地条件に合致する2箇所(C-1、D-1)を選定し実施した(図-5)。

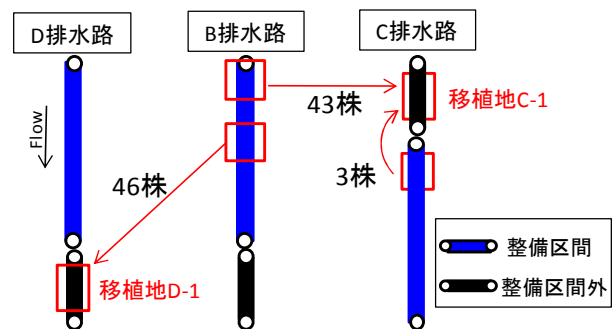


図-5 平成28年度 移植位置

## 5. 平成29年度の移植モニタリング結果

### (1) 平成26年度移植地モニタリング結果(排水路A)

#### a) 調査結果

本年度の調査は、当該種の開花期となる平成29年5月24～25日に実施した。各項目の調査結果を表-7に示す。

表-7 モニタリング調査3年目(H29)の結果

	生存率 (%)	生育高 (cm)	開花率 (%)	葉のサイズ (cm)		葉緑素 (SPAD値)	土壌水分 (%)	天空率 (%)	相対照度 (%)	土壌pH
				長径	短径					
1-A-a	100.0	35.0	100.0	12.6	12.9	38.3	36.4	33.2	15.9	5.3
1-A-b	100.0	29.8	60.0	10.4	9.4	32.2	31.0	32.8	29.0	5.3
1-B-a	80.0	28.5	50.0	11.0	9.4	38.9	20.5	37.5	15.7	5.2
1-B-b	80.0	31.1	75.0	10.4	11.1	41.0	25.9	36.4	28.3	5.5

この結果、移植後1～2年目の調査結果と同様の傾向を示し、1-A-aは生存率及び開花率とも100%と最も良好な結果となった。一方、他調査区は生存率は80%～100%となったものの、開花率は50～75%にとどまった。

#### b) 調査結果の評価

本年度の調査結果について定量的に評価するため、4つの移植地について各項目の最高値を1とし、それ以下の値は最高値1に対する比率を算出した(以下、「定量評価手法」)。

##### 〈生育状況の評価〉

定量評価手法による算出結果を図-6に示す。この結果、生存率、開花率、生育高及び葉サイズのいずれも1-A-aが高い。一方、その他の移植先は2年目以降の生存率の低下はみられないが、開花率、生育高及び葉サイズについて1-A-aより劣っている。以上の結果から、良好に生育している移植先は1-A-aであると評価した。

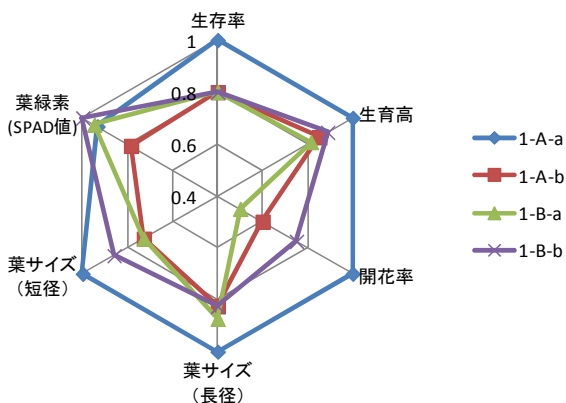


図-6 生育状況のレーダーチャート

##### 〈生育環境の評価〉

各移植地の生育環境の特徴を定量的に評価するため、生育状況の評価と同様に定量評価手法を用いた。結果を図-7に示す。

この結果、天空率及び土壌pHに明瞭な差はみられない

が、土壌水分及び相対照度では、生育高も大きい1-A-aにおいて、土壌水分(1.0)が高く相対照度(約0.55)も低かった。他の試験区は、土壌水分が1-A-aの0.56～0.85程度で、相対照度も2倍近い値の箇所が2箇所であった。

以上から、土壌水分及び相対照度が生育適地の良否を判断する重要な因子と推察した。ただし、相対照度については、生育状況が最も良好な1-A-aと最も劣っている1-B-aが同様の傾向(いずれも樹冠あり暗い環境)を示したことから、相対照度が低いほうが良好な生育状況を示すとはいえない結果となった。このため、調査項目のうち本種の生育にかかる最も重要な環境因子は土壌水分であると考えた。

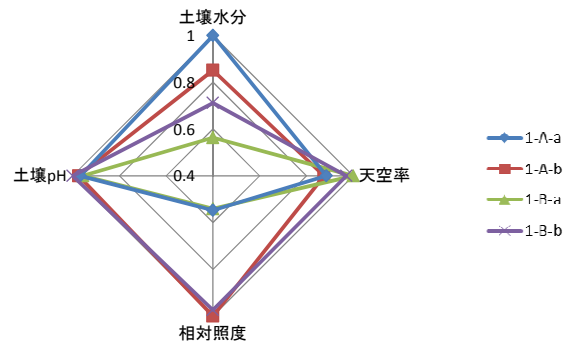


図-7 生育環境のレーダーチャート

#### c) 移植適地条件の精査

上述の定量評価手法による評価により、1-A-aの生育状況が移植先の中で最も良好であり、生育環境の中で土壌水分が生育を左右する因子と考えた。

そこで、生育状況と土壌水分の相関関係をケンドールτ(タウ)の順位相関係数<sup>3)</sup>を用いて解析した。生育状況の指標としては生育高、葉面積(長径×短径/2)、葉緑素(SPAD値)を用いた。

解析の結果、生育高と土壌水分の間に有意な相関<sup>4)</sup>がみられた。

表-8 相関関係の分析結果

	生育高	葉面積	葉緑素
土壌水分	0.344 p=0.002(有意性あり)	0.450 p=0.085(有意性なし)	-0.157 p=0.167(有意性なし)

次に、有意な相関が確認された生育高と土壌水分について、生育高を縦軸(Y)、土壌水分を横軸(X)とする回帰分析を行った。その結果、図-8に示す関係式が得られ、土壌水分の高低に生育高が対応することが確かめられた。また、導出した関係式を用いて生育高の平均値(開花個体)32.1cmの土壌水分を算出した結果、30.7%という値が得られ、30%以下では生育高のばらつきが大きいのに対し、30%以上では概ね関係式上に分布している状況が確認された。

以上から、カワユエンレイソウの生育にとって土壌水分が環境因子として作用することが明らかとなり、平成28年度に概定した移植適地条件のうち、土壌水分条件として設定した30%以上は妥当と評価した。

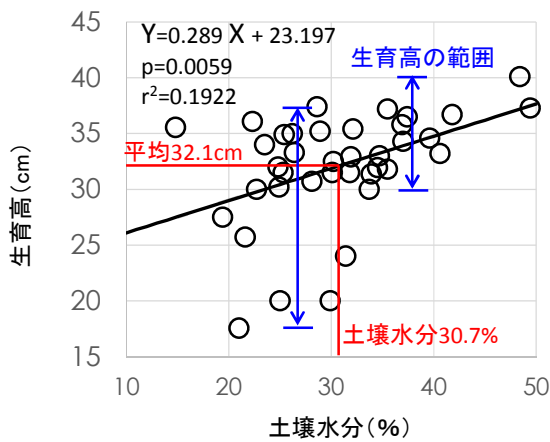


図-8 土壌水分と生育高の回帰分析結果

(2)平成28年度移植地モニタリング結果(排水路C, D)

a) 調査諸元

平成29年5月25日に移植後1年目の生育状況を把握するためのモニタリング調査を実施した。取得データは生存率、開花率とし、生育環境把握のため土壌水分、相対照度及び土壌pHを併せて取得した。なお、生育環境データは移植範囲を複数ブロックに分割し、それぞれ代表する箇所にて計測をおこなった。

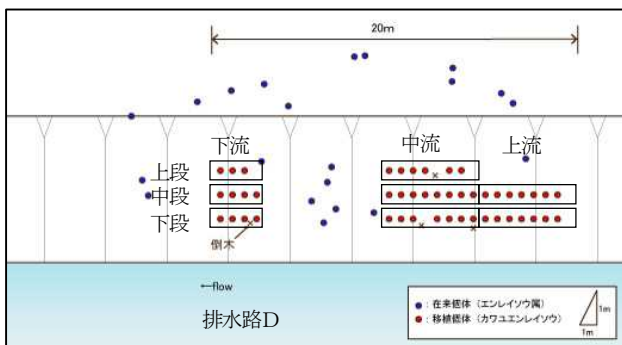
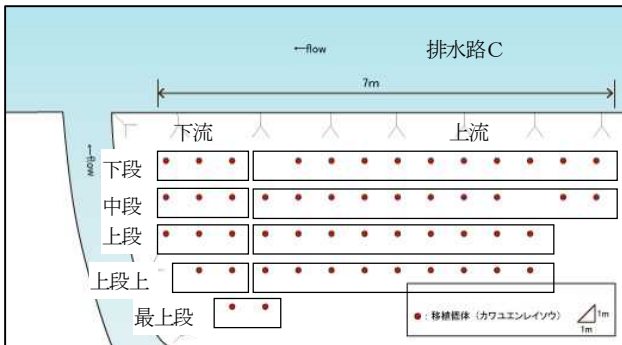


図-9 平成28年度の移植位置(上: C-1、下: D-1)

b) 調査結果

調査の結果を表-9に示す。生存率をみると、C-1の下流上段が67%であり、その他ブロックはいずれも80%以上であった。開花率はC-1の下流上段上・上・中・下段、D-1の上流中段が33~50%(表-9赤枠部)であり、その他ブロックはいずれも70%以上であった。生存率もしくは開花率が低いブロックの環境条件をみると、D-1の上流中段を除いて土壌水分が移植適地判定条件を満足していない(表中の網掛け部)ことが明らかとなった。

移植地は移植先選定条件を満足する箇所を選定しているが、選定時の環境条件測定箇所が代表的な1箇所で行われており、細分化した場合には条件を満足していない箇所があることが判明した。

表-9 H28移植地モニタリング結果

区分		生存率(%)	開花率(%)	土壌水分平均(%)	
C-1 (排水路C)	上流	上段上	100.0	83.3	31.5
		上段	89.0	87.5	35.6
		中段	90.0	77.8	36.5
		下段	100.0	70.0	31.0
	下流	最上段	100.0	100.0	31.2
		上段上	100.0	50.0	17.0
		上段	67.0	50.0	28.6
		中段	100.0	33.3	24.1
D-1 (排水路D)	上流	中段	86.0	33.3	35.4
		下段	86.0	83.3	40.2
	中流	上段	83.0	80.0	31.3
		中段	88.0	100.0	32.1
		下段	100.0	100.0	38.7
	下流	上段	100.0	100.0	23.2
		中段	100.0	75.0	28.7
		下段	100.0	100.0	32.8

c) 課題

現時点では移植後1年目の追跡結果であり、前年度に蓄積している栄養を基盤として生育している状況下にあると推察される。このため、移植適地判定条件を満足していないブロックでも生存率や開花率が良好な箇所があり、移植先条件を反映した結果となっていない可能性がある。ただし、H26移植地では最も生育が良好な環境下(I-A-a)では、移植後1年目から良好な生育状況を示している。したがって今後の移植先選定においては環境条件を複数箇所にて計測した上で条件に合致する範囲を選定する必要がある。

6. 平成29年度の移植実施状況(排水路D)

本年度の解析結果を踏まえ、地元関係者参加のもと、平成29年9月26日に平成30年度整備予定の排水路Dにおいてカワユエンレイソウ(計42株)の移植を実施した。

移植方法については、平成26年度の移植方法に準じて行い、移植先については候補地の中から移植適地判定条件を満足する箇所を選定した。また、平成28年度移植地

のモニタリング結果における課題を踏まえ、1箇所につき複数の箇所環境条件を測定した上で決定した。

次年度以降は、モニタリング調査を引き続き実施し、本年度移植した個体についても、経年観察をしていく予定である。



写真-1 移植作業状況

## 6. おわりに

美留和地区では、環境との調和への配慮を行いつつ整備を進めているところである。本報で報告した移植作業は環境配慮の一環であり、その他動植物に配慮した対策も並行して行っている状況にある。今後も、移植を含めた環境配慮対策の効果を継続調査により検証することで、後発事業に有用な知見の蓄積を図れば良いと考える。

また、カワユエンレイソウは、地域環境を知る上で適した教材であり、今回の移植作業においては、地元農家、弟子屈町役場及びJA摩周湖等と協働して実施し、地元の理解と意識向上、地域連携のきっかけ作りに寄与したものと考えられる。

最後に、本報の移植計画の立案、移植の実施に際しては、藤江晋氏(一般財団法人自然公園財団)から多大な助言及び指導を賜った。ここに厚く感謝の意を表す。また、移植作業にご協力いただいた地域の皆様及び関係機関の方々に深く感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1)河野昭一. 2004. 植物生活史図鑑 I 春の植物No1, 北海道大学図書刊行会
- 2)北海道山草会編. 1989 「鉢で育てる北海道の山野草」, 北海道新聞社
- 3) 清水秀成ほか. 2015 「希少植物に配慮した排水路整備の取組についてーカワユエンレイソウの移植事例(第1報)ー」

※3 ケンドール $\tau$ (タウ)の順位相関係数について  
2つの変数 $X, Y$ に特別な分布(正規分布など)を仮定しないノンパラメトリック手法。この指標は変数 $X, Y$ の単調性の指標で、「直線的」な増加や減少を指さず、「 $X$ が増加すれば、 $Y$ は増加する」「 $Y$ が減少すれば、 $X$ も減少する」などの傾向を指す。

※4 有意性の判定(有意水準)について  
仮説の確からしさを判定するため、一般的に認められる有意確率として0.05または0.01という値がよく用いられ、習慣として $P \leq 0.05$ の場合には統計学的に有意、 $P \leq 0.01$ の場合には統計学的にきわめて有意と認識されているため、これらの値を目安とした。

参考文献：柳井久江. 2015. 4step エクセル統計 第4版