

# 希少植物に配慮した排水路整備の取組

## ーカワユエンレイソウのモニタリング経緯ー

釧路開発建設部 釧路農業事務所 ○岸田 陸  
伊藤 忠久  
前田 昌則

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、地域固有種である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年度から29年度にかけ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、北海道東部の弟子屈町に位置する受益面積753haの牧草を主体とした酪農地帯である(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、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、一部の排水路では整備において個体の消失が想定されることから、環境配慮対策の一環として移植を実施し、当該種の保全回復を図ることとした。

本報告は、平成26年度から継続実施している移植試験モニタリングの結果とともに、これらの結果を踏まえ平成28～29年度に実施した移植の実施後モニタリング結果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)

### 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。

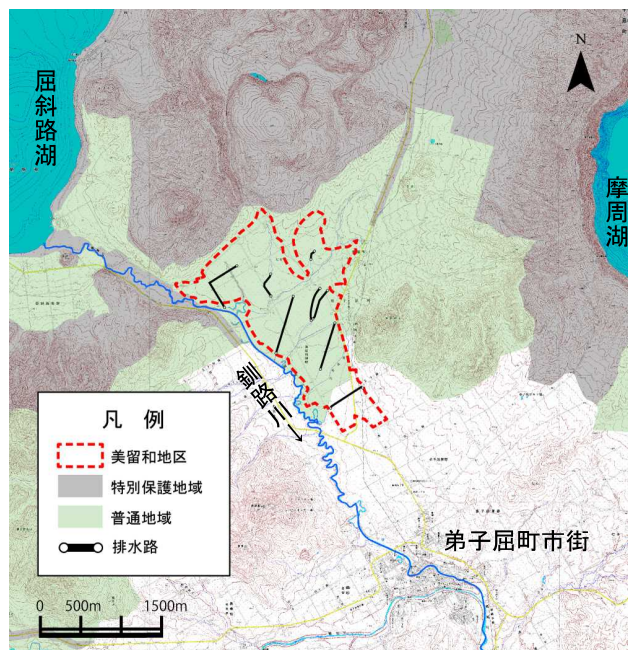


図-2 美留和地区周辺の環境概要

(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。

当該種の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、当該種は環境省のレッドリスト2018にて絶滅危惧I B類 (EN) 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. 地区におけるカワユエンレイソウの移植計画

本地区におけるカワユエンレイソウの移植経緯は表-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B～D排水路の移植を行った。

本年度は、平成26年度から実施しているA排水路の移植試験モニタリングを行い、過年度に設定した生育適地条件の検証を行うとともに、平成28～29年度に実施した排水路B～Dの移植後における活着状況の確認を行った。

表-2 カワユエンレイソウの移植経緯

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

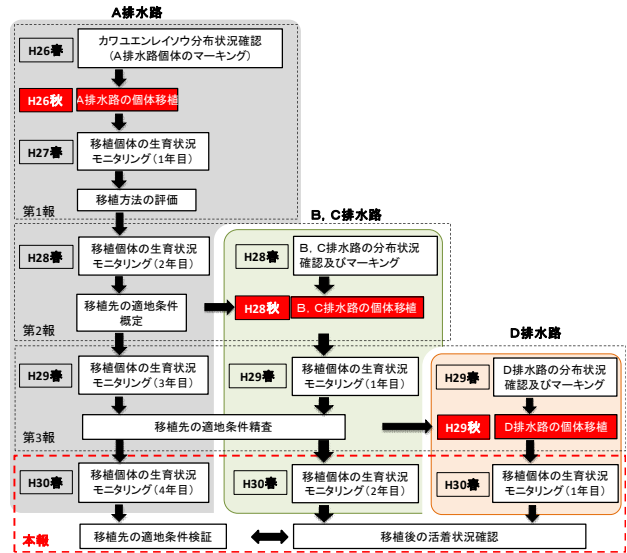


図-3 移植計画フロー

4. 適地条件の検証

(1) 移植試験モニタリング経緯(A排水路)

a) 移植先

移植先は、現況にて当該種が生育する等の条件に合致する整備区間外の適地を移植先として選定し、その上で植物生育上必要な水分状況・日照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(4×5=計20個体)を移植した(表-3、図-4)。

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

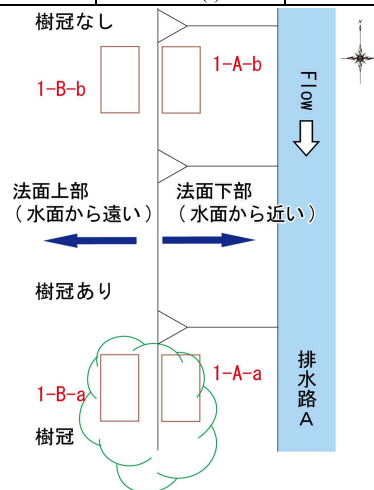


図-4 移植先のイメージ図

b) 移植方法、移植時期

移植方法は、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」を採用した。

移植時期は、ミヤマエンレイソウの移植適期が休眠期の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の把握
	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
	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
	葉のサイズ(長径、短径)	
	葉緑素(SPAD値)	根系の健全性の把握 生育の良否を定量的に把握
移植地周辺の生育環境把握	土壌水分	植物の生育上に必要な土壌状態の把握
	土壌pH	
	天空率	植物の生育上に必要な日照状態の把握
	相対照度	

### d) モニタリング結果

移植後1年目(H27)から4年目(H30)の調査結果を表-5に示す。移植個体の生育状況をみると、生存率は1-A-aは移植後全ての年度で100%となり、その他の移植地では1-A-bがH29~30に100%となったほかは全て80%であった。開花率は、1-A-aは移植後80~100%を維持しているが、その他の移植地では調査年度により差異がみられ25~100%の範囲にあった。生育高及び葉サイズは、本年度に1-A-bで若干の低下傾向がみられたが、概ね年数経過とともに値が大きくなる傾向を示した。葉緑素は移植地毎に差異がみられるが、本年度はいずれの移植地も減少傾向を示した。

環境状況をみると、土壌水分は1-A-aが経年を通じて他の移植地より高い条件にあった。土壌水分に影響を与える相対照度及び天空率も、経年を通じて1-A-aが最も暗い条件下にあった。なお、土壌pHについては調査年や移植地間で差異はみられず5.2~5.6の範囲にあった。

これらの経年結果を踏まえると、生育状況からみた場合には1-A-aが最も良好な生育状況にあると評価され、1-A-aの環境特性に着目した場合、土壌水分が高いこと

が挙げられる。

表-5 モニタリング調査4年目(H30)の結果

調査年度	移植地	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					
H27	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
H28	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
H29	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
H30	1-A-a	100.0	36.6	100.0	12.9	12.5	30.2	35.4	26.1	33.2	5.5
	1-A-b	100.0	27.1	60.0	9.5	9.1	29.3	32.7	32.5	34.9	5.6
	1-B-a	80.0	36.9	75.0	12.8	12.3	33.7	19.1	32.1	33.8	5.5
	1-B-b	80.0	31.9	75.0	11.5	12.1	33.1	22.2	32.1	35.1	5.5

### e) 調査結果の評価

上記の結果を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」という)。

#### 〈生育状況の評価〉

定量評価手法による算出結果を図-5に示す。この結果、開花率はH27の1-A-bで高い値を示したが、生存率、開花率、生育高及び葉サイズのいずれも1-A-aが経年的に高い。一方、1-A-bと1-B-b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経年的に1-A-aより劣るものが多い。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。

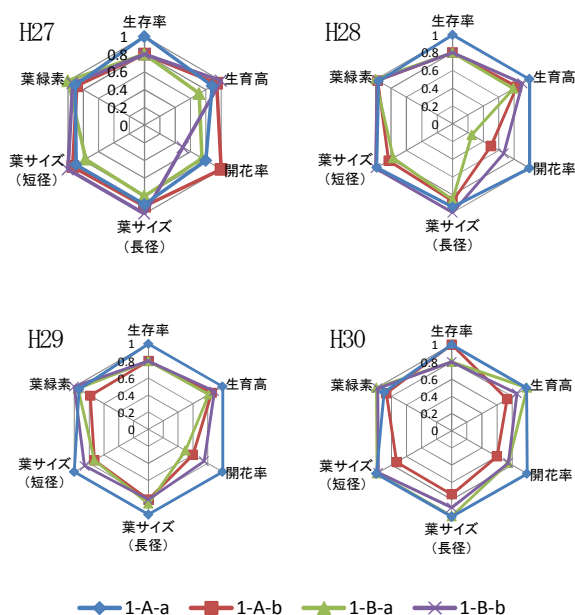


図-5 生育状況のレーダーチャート

〈生育環境の評価〉

定量評価手法による算出結果を図-6に示す。この結果、土壌pHに明瞭な差はみられないが、土壌水分は1-A-aが高く(1.0)、他の試験区は1-A-aの0.45~0.85程度であった。

相対照度に着目すると、平成29年度で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との差がほとんどない(いずれも樹冠あり暗い環境)ことから、生育状況に及ぼす影響は大きくないと考えられる。このため、調査項目のうち本種の生育を左右する重要な環境要素は土壌水分であると考えた。

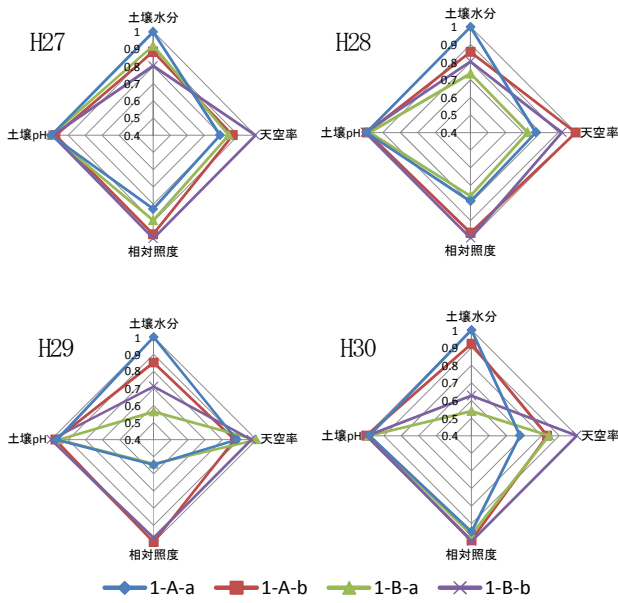


図-6 生育環境のレーダーチャート

f) 移植適地条件の検証

上述の定量評価手法を用いた検証により、1-A-aの生育状況が移植先の中で最も良好であり、その生育環境の中で土壌水分が生育を左右する要素の一つとなっている可能性が示された。

昨年度、生育状況(生育高、葉面積(長径×短径/2)、葉緑素)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-6)。

表-6 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)

また、有意な相関が確認された生育高と土壌水分について、平成29年度の調査結果を用いて生育高を縦軸(Y)、土壌水分を横軸(X)とする回帰分析を行った結果、土壌水分の高低と生育高が有意に対応することが確かめ

られている(図-7)。

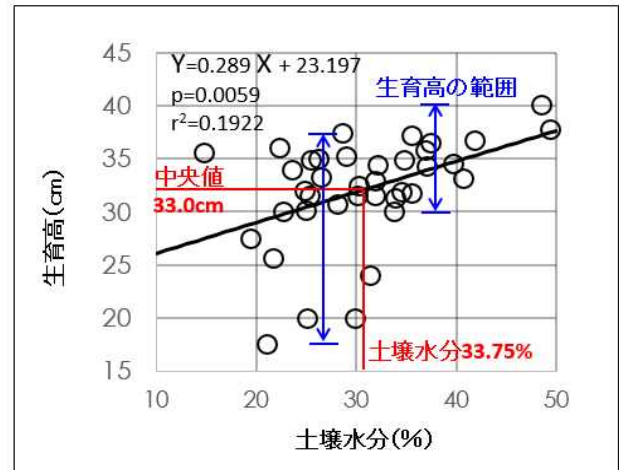


図-7 土壌水分と生育高の回帰分析結果(H29)

今年度は移植4年目であり、カワユエンレイソウの個体及び環境データが蓄積されている。そこで、昨年度の結果で示されたカワユエンレイソウの生育高と土壌水分との関係について、過年度調査結果においても同様の傾向を有しているかを平成27年度から平成30年度までのデータを用いて検証を行った。

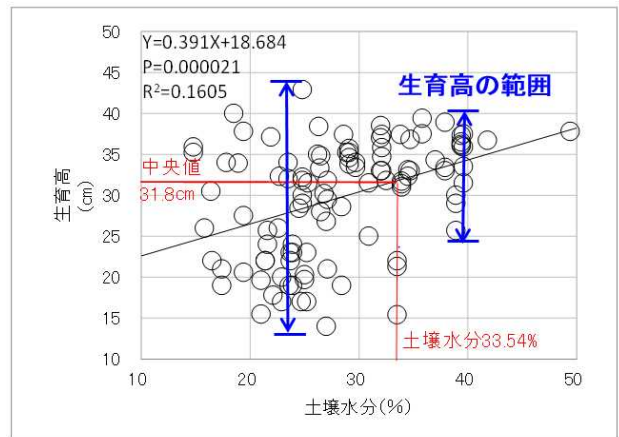


図-8 土壌水分と生育高の回帰分析結果(H27-30)

その結果、 $r^2:0.1605$ 、係数のP値:0.00002により回帰式( $y=0.391x+18.684$ )が当てはまり、土壌水分の高低と生育高が有意に対応する傾向が改めて確認された。また、導出した回帰式を用いて生育高の中央値である31.8cmの土壌水分を算出したところ、33.5%という値が得られ、平成29年度での解析結果とほぼ同様の結果となった。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、移植後4年間の結果からも明らかになった。

以上から、平成28年度に概定している以下①~④の移植適地条件のうち、開花期における土壌水分条件として設定した30%以上は妥当と評価した。

- 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土壤水分が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

※5 上記条件は平成28年度にて移植試験地(A排水路)における移植後2年目のモニタリング結果を踏まえ設定。

## 5. 移植後の活着状況

### (1) 移植モニタリング経緯(B,C,D排水路)

#### a) 移植先

平成28年整備予定のB及びC排水路、平成29年整備予定のD排水路において、整備前に地元関係者参加のもと、カワユエンレイソウの移植を実施した。

移植先は、地区内の複数の候補地から前述の移植適地条件に合致する整備区間外を選定し、平成28年に92株、平成29年に42株の計134株を移植している。

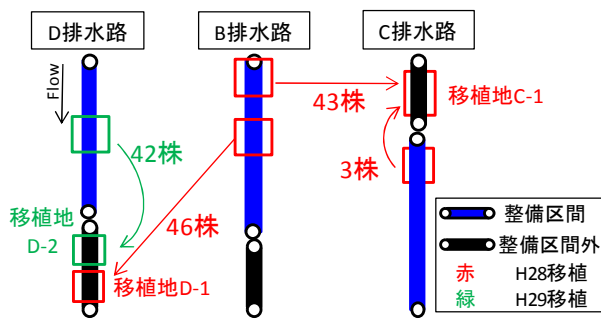


図-9 移植位置

#### b) 調査諸元

平成30年5月23～24日に移植後2年目(C-1,D-1)、移植後1年目(D-2)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壤水分、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計測をおこなった。なお、C-1及びD-1については平成29年5月25日にも移植後1年目のモニタリング調査を実施している。

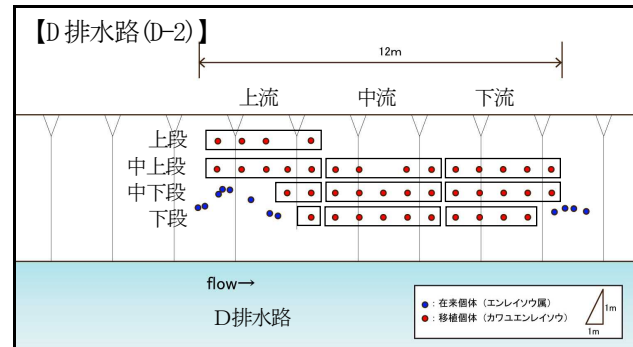
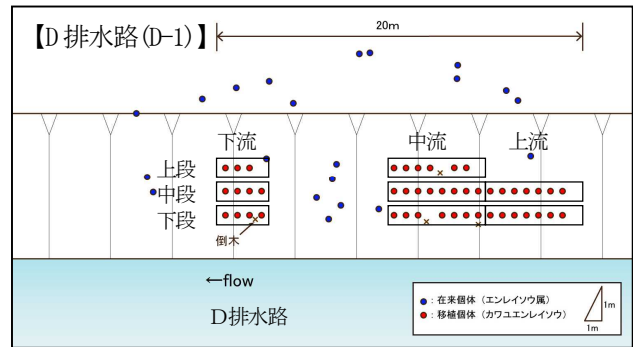
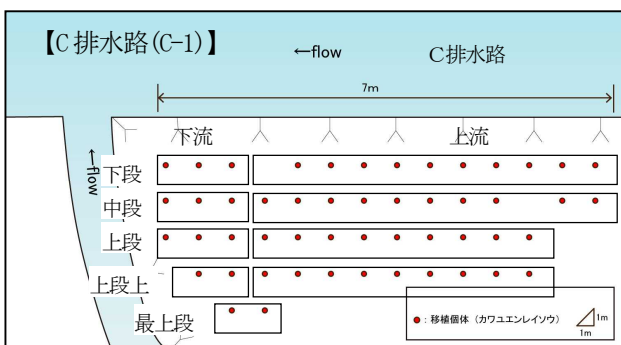


図-10 排水路毎の移植位置

### (2) 移植モニタリング結果

#### a) 平成28年移植地(C-1及びD-1)

調査の結果を表-7に示す。生存率をみると、1ブロック(C-1下流中段)を除いて低下傾向はみられず、移植後2年目に割合が増加したブロックも確認された。一方、開花率をみると、一部ブロックを除いて低下傾向を示した。土壤水分及び相対照度をみると、全ブロックとも適地条件として設定した値(土壤水分30%以上、相対照度35%以下)を満足していないことが明らかとなった。

ここで、対照区として設定している自生地の開花率をみると、本年度の開花率は43.8～50.0%と低い値となっていたことから、移植以外の影響が考えられた。川湯の気象データを見ると、今年度は3月31日に積雪深が0cmになっており、過年度と比較して融雪が7～22日早かった。このため、過年度と比較してエンレイソウ属の春季の生育期に土壤水分が少なくなる条件下であったと考えられ、開花率低下の一つの要因と推察される。また、H26移植試験地では、1-A-bと1-B-aで移植2年目に開花率の低下がみられたものの、3年目以降は回復しており、かつ生存率の低下傾向もみられないことから、C-1及びD-1における開花率の低下は一時的であり、3年目以降に開花率が回復する可能性があるかと推察される。

以上から、今年度は生育状況の開花率に低下傾向を示したものの、生存率に大きな変化は生じていないことから、移植に伴う本種の生育に及ぼす影響は一時的で軽微なものであると考えられる。

表-7 H28移植地モニタリング結果

ブロック区分		生存率 (%)		開花率 (%)		土壌水分平均 (%)		相対照度 (%)		
		H29	H30	H29	H30	H29	H30	H29	H30	
C-1	上流	上段上	100.0	100.0	75.0	50.0	31.5	18.5	35.7	38.8
		上段	89.0	100.0	87.5	44.4	35.6	14.5		
		中段	90.0	100.0	77.8	25.0	36.5	19.8		
		下段	100.0	100.0	70.0	70.0	31.0	19.3		
	下流	最上段	100.0	100.0	100.0	50.0	31.2	14.2	33.1	49.1
		上段上	100.0	100.0	50.0	50.0	17.0	18.1		
		上段	67.0	67.0	50.0	0.0	28.6	17.2		
		中段	100.0	67.0	33.3	100.0	24.1	14.6		
D-1	上流	中段	86.0	86.0	33.3	16.7	35.4	25.4	50.1	64.4
		下段	86.0	100.0	83.3	42.9	40.2	33.5		
		上段	83.0	100.0	80.0	50.0	31.3	18.8		
	中流	中段	88.0	88.0	100.0	42.9	32.1	24.4	49.7	67.2
		下段	100.0	100.0	100.0	71.4	38.7	29.2		
		上段	100.0	100.0	100.0	100.0	23.2	15.7		
	下流	中段	100.0	100.0	75.0	25.0	28.7	22.9	45.6	66.1
		下段	100.0	100.0	100.0	75.0	32.8	28.4		

※6 赤網掛けは移植後1年目と比較して上昇傾向、青網掛けは低下傾向にあるブロック

b) 平成29年移植地(D-2)

調査の結果を表-8に示す。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。また、全てのブロックにおいて土壌水分条件を満足していないが、前述の当該年における気象条件に起因する現象と推察する。ただし、生存率は全てのブロックで100%を示しており、移植によるダメージはないと評価した。

表-8 H29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 (%)	相対照度 (%)	
		H30	H30	H30	H30	
D-2	上流	上段	100.0	75.0	15.9	48.9
		中上段	100.0	83.3	15.3	
		中下段	100.0	100.0	18.2	
		下段	100.0	100.0	14.4	
	中流	中上段	100.0	75.0	17.4	42.9
		中下段	100.0	40.0	12.0	
		下段	100.0	60.0	20.6	
	下流	中上段	100.0	33.3	8.3	55.0
中下段		100.0	50.0	15.0		
	下段	100.0	75.0	19.8		

6. まとめ

本報告では、美留和地区における希少植物に配慮した排水路整備について、以下のようにまとめる。

- a) 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かとなり、開花期における土壌水分が30%以上となる箇所が移植適地と評価する。
- b) 移植後の生存率は67~100%となっており、低下傾向

もみられないことから、本地区で採用した移植方法（手法及び時期）は適切であったと評価する。

c) 移植後2年目においては、開花率が低下する個体が確認されたものの、生存率に低下傾向がみられないことや、移植試験の結果において3年目以降に開花率が回復している状況を確認していることから、移植に伴う本種の生育に及ぼすダメージは一時的かつ軽微であると評価する。

7. 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、その他の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。現時点では、これら環境配慮の効果が発現していると判断しており、本報が後発事業に有用な知見となれば良いと考える。

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JIA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する。

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る。

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—カワユエンレイソウの移植事例(第1報)—」

※3 ケンドールτ(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≤0.05の場合には統計学的に有意、P≤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

2月8日 差し替え版