

平成27年度  
河川堤防におけるイタドリ駆除対策の  
除草剤使用に係る試験・調査結果

資料編

平成27年12月14日

国土交通省 湯沢河川国道事務所

# 目次

1. 試験・調査の概要	1	4. 試験・調査結果	25
(1) 目的	1	(1) 除草剤の効果検証調査	25
(2) 試験・調査項目	2	(2) 除草剤の残留調査	41
(3) 試験・調査位置	3	(3) 堤防の土質変化確認調査	45
(4) 試験・調査位置の状況（試験前）	4	(4) 先行試験モニタリング調査	48
(5) 試験・調査実施状況(平成27年度実績)	5	5. 課題等の整理【全体総括】	51
2. 試験・調査方法	6	6. 今後の方針	54
(1) 除草剤の効果検証調査	6	(1) 検討の方向性	54
(2) 除草剤の残留調査	15		
(3) 堤防の土質変化確認調査	20		
(4) 先行試験モニタリング調査	23		
3. 試験・調査の実施状況（実績詳細）	24		

# 1. 試験・調査の概要

## (1) 目的

本試験・調査は、効率的な堤防植生管理手法の一つとして、低コストである薬剤を用いたイタドリ対策について、適切な手法を検討し、運用方法(案)を作成することを目的とする。

ここでいう「イタドリ」とは、「オオイタドリ」、「ケイタドリ」、「イタドリ」などのイタドリ類の総称とする。

イタドリ属はタデ科の多年草で、国内には「イタドリ」、「オオイタドリ」の2種が分布\*<sup>1</sup>する。秋田県内には、イタドリのうち茎や葉に毛が多い変種の「ケイタドリ」と「オオイタドリ」が分布し、毛が少ない「狭義のイタドリ」はほとんどみられない\*<sup>2</sup>。

オオイタドリの方がイタドリ（ケイタドリを含む。）より茎、葉等、全体的に大きい。ともに、日当たりのよい荒地や斜面、崩壊地や土手に生える多年草。雄物川堤防にはオオイタドリが多い。

イタドリは根からアレロパシー\*<sup>3</sup>物質を分泌して、他の植物の生長を阻害する。

\*<sup>1</sup> 「日本の野生植物 草本Ⅱ 離弁花類」（佐竹義輔 他、1982年）

\*<sup>2</sup> 「秋田県植物分布図 第2版」（藤原陸夫、2000年）

\*<sup>3</sup> アレロパシー：植物自身が作り放する化学物質が、他の植物の生長を阻害したり反対に促進させたりする効果

## 【調査期間】

本調査の期間は、平成27年6月～平成29年3月までとし、現地調査は2シーズンに亘りイタドリ類の生育期間で実施する。

平成27年度は、6月～11月にかけて現地で試験・調査を実施した。

# 1. 試験・調査の概要

## (2) 試験・調査項目

本試験・調査項目は表1のとおりとした。

表1 試験・調査項目

項目	方法	目的
(1)除草剤の効果検証調査	除草剤注入試験	実施する手法により、目標とする除草効果が得られるか検証する。
	イタドリ枯死確認	薬剤注入後のイタドリの枯死の進行状況を確認する。
	植生調査	イタドリ枯死後の堤防に、隣接の低茎草本植生が復元するか確認する。
(2)除草剤の残留調査	土壌分析	除草剤使用後に、土壌への除草剤残留濃度、残留期間を確認する。
	水質分析	除草剤使用後に、降雨による除草剤の流出有無・程度を確認する。
(3)堤防の土質変化確認調査	根茎腐食確認	イタドリの地上部の枯死後、根茎の腐食状況を確認する。
	土壌硬度調査	イタドリの根茎の腐食による堤防の土質（特に土壌の硬度）の変化の有無、程度を確認する。
④先行試験モニタリング	イタドリ再生確認	除草剤注入後のイタドリ再生有無、程度等を確認する。（効果持続期間）
	植生復元確認	イタドリ枯死後、年数を経過した堤防の植生の変化、復元状況を確認する。
	土質変化確認	イタドリ枯死後、年数を経過した堤防の土質の変化有無、程度を確認する。

# 1. 試験・調査の概要

## (3) 試験・調査位置

試験・調査の場所は、表2に示す通りとした。

表2 試験地の概要

地点	位置	概況
試験地 A	98.6k右岸 -川表- (湯沢市)	試験区には主にケイタドリが生育する。 堤外地はハリエンジュ等が生育する。
試験地 B	73.2k左岸 -川表- (横手市)	試験区には主にオオイタドリが生育する。 堤外地はオギ、ヨシ等が生育する。
試験地 C	皆瀬川4.8k右岸-川裏- (横手市)	試験区には主にケイタドリが生育する。 堤内地は農道を挟みブドウ畑となっている。
先行試験地	丸子川1.2k右岸-川表- ほか (大仙市)	試験区には、ビロードスゲ、スギナ、シバ、シロツメクサ等が生育する。堤外地はチガヤ、ビロードスゲ等が生育する。



図1 調査場所位置図

# 1. 試験・調査の概要

## (4) 試験・調査位置の状況（試験前）

各試験地のイタダリの生育分布状況は以下の写真のとおりである。



試験地A：98.6k右岸（湯沢市）撮影H27年5月2日



試験地C：皆瀬川4.8k右岸（横手市）撮影H27年6月4日



試験地B：73.2k左岸（横手市）撮影H27年5月2日



先行試験地：丸子川1.2k右岸（大仙市）撮影H27年5月28日

# 1. 試験・調査の概要

## (5) 試験・調査実施状況（平成27年度実績）

表3 平成27年度 イタドリ対策試験・調査工程表

■ : 当初計画    ■ : 追加調査

調査項目	方法	平成27年										平成28年				
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
(1)除草剤の効果検証調査	除草剤注入試験				■		■	■								
	イタドリ枯死確認					■	■	■	■							
	植生調査			■					■	■						
(2)除草剤残留調査	土壌分析 B(0,1,3,4) C(0,1,3,4)			■	■	■			■	■						
	水質分析 A(0,1,3,4) B(2)			■	■	■			■	■						
(3)堤防の土質変化確認調査	根茎腐食確認										■					
	土壌硬度調査			■							■					
(4)先行試験モニタリング	イタドリ再生確認			■					■							
	植生復元確認								■							
	土質変化確認									■	■					
委員会開催			■								■					

※根茎分析：本試験の結果、根茎の腐食が確認されなかったことから（詳細後述）、グリホサートが根茎まで到達しているか確認するため、根茎の残留除草剤分析を行った。

## 2. 試験・調査方法 (1)除草剤の効果検証調査

### ① 除草剤の使用方法

除草剤は、条件の比較検討の必要性から同一製品とした。本試験では、先行試験で効果が確認され、環境への負荷が低いと考えられる「茎注入」の方法で行った。（表4）

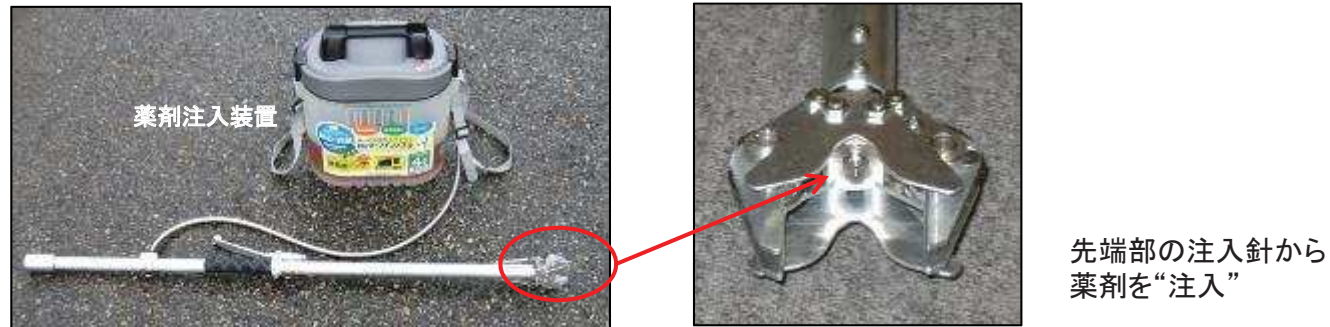


表4 除草剤使用方法

方法	方法適否	概要
茎葉散布	×	<p>噴霧器等で霧状に植物体の茎葉に吹きかける方法である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <u>メリット</u>：作業効率がすこぶる良い。</li> <li>➤ <u>デメリット</u>：イタドリだけに散布することはできないため、有用な低茎草本も枯れてしまう。近隣に薬剤が飛散し農作物等を枯らす恐れがある。</li> </ul>
切口塗布	△	<p>刈り払い機等でイタドリを膝の高さで切り、高濃度の液をハケ等で茎の切口に少量を塗布する方法である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <u>メリット</u>：イタドリのみを選択的に枯らすことができる。</li> <li>➤ <u>デメリット</u>：少量塗布のため除草剤の濃度を高くする必要がある。また、周辺に液垂れするおそれがあり、他の植物を阻害する懸念がある。</li> </ul>
茎注入	◎	<p>専用の薬剤注入器を用い茎に液を注入する方法である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <u>メリット</u>：イタドリのみを選択的に枯らすことができ、地上や空気中へ拡散しにくい。</li> <li>➤ <u>デメリット</u>：作業効率が悪い。</li> </ul>



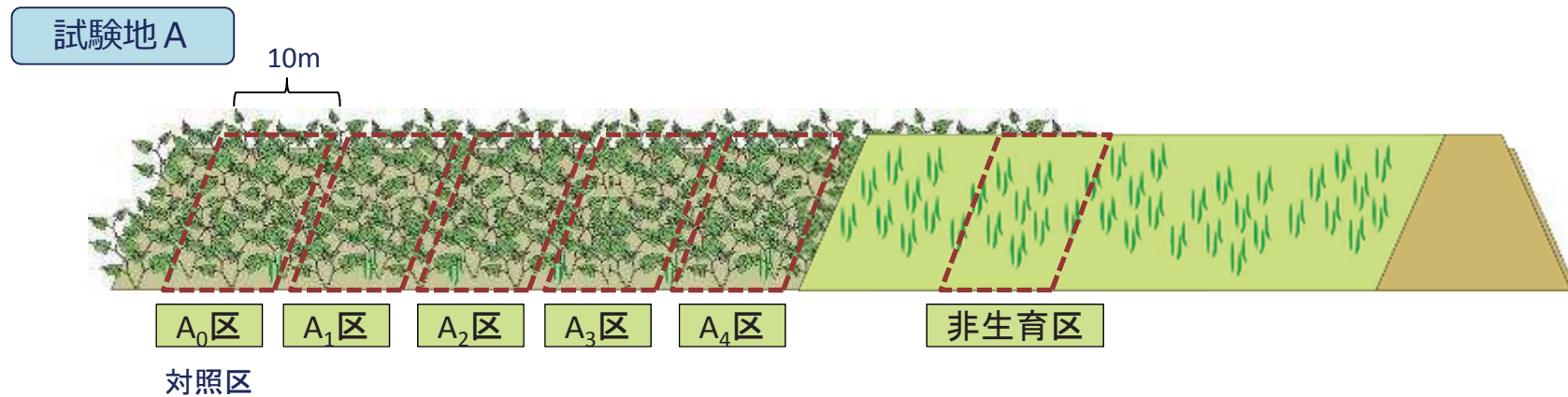
## 2. 試験・調査方法 (1)除草剤の効果検証調査

### ② 試験地における調査区の設定

複数の条件で試験・調査を行うことから、対照区を含め各試験地には幅10mの調査区を5つ（0番～4番）確保すると共に、イタダリイタダリの非生育区を設定した。各調査区は、試験・調査に供するためロープ等で仕切った。

各試験地の0番の調査区は、通常の刈り取りを行う対照区とした。

以下に、試験地 A の試験区設定状況を示すが、B、C 試験地も同様とした。



## 2. 試験・調査方法 (1)除草剤の効果検証調査

### ③ 茎注入試験

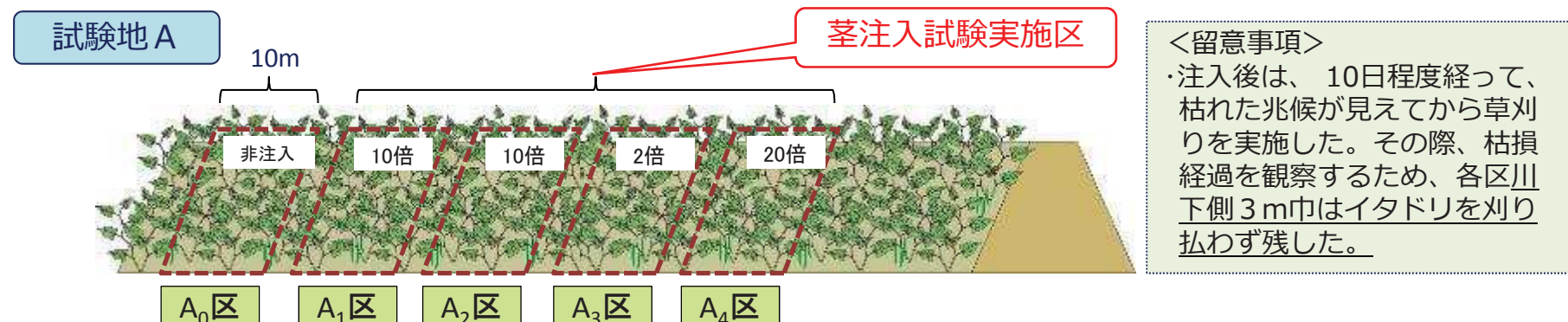
試験地 A～Cにおいて、イタドリに対し、除草剤濃度、作業時期等を変え除草剤を茎注入し、植物生育期間に月1回程度の枯死経過確認と、除草剤濃度による効果の比較検討を行った。

除草剤濃度は先行試験の濃度である原液10倍希釈と2倍及び20倍希釈とし、注入時期は生長期の6月と生長最盛期の8月とした。(表5)

注入に当たっては、コスト試算に資するため、調査区毎の除草剤の濃度、使用量及び掛かった作業時間等を記録し、1 a 当たりの使用量、作業時間を把握した。

表5 茎注入試験の概要

条件	除草剤濃度	試験地	実施時期	備考
茎注入	原液10倍希釈	A <sub>1</sub> 、B <sub>1</sub> 、C <sub>1</sub>	6/25(C <sub>1</sub> )、29(A <sub>1</sub> 、B <sub>1</sub> )	先行試験での濃度
	〃	A <sub>2</sub> 、B <sub>2</sub> 、C <sub>2</sub>	8/8(A <sub>2</sub> )、17(B <sub>2</sub> 、C <sub>2</sub> )	作業時期の違いによる効果検証
	原液2倍希釈	A <sub>3</sub> 、B <sub>3</sub> 、C <sub>3</sub>	6/26(C <sub>3</sub> )、29(A <sub>3</sub> 、B <sub>3</sub> )	濃度の違いによる効果検証
	原液20倍希釈	A <sub>4</sub> 、B <sub>4</sub> 、C <sub>4</sub>	6/25(C <sub>4</sub> )、26(B <sub>4</sub> )、29(A <sub>4</sub> )	濃度の違いによる効果検証



## 2. 試験・調査方法 (1)除草剤の効果検証調査

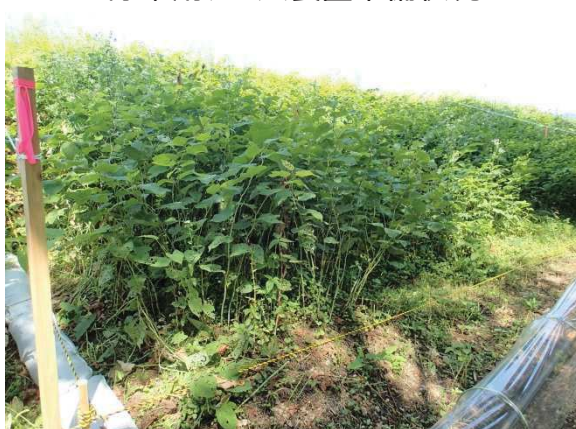
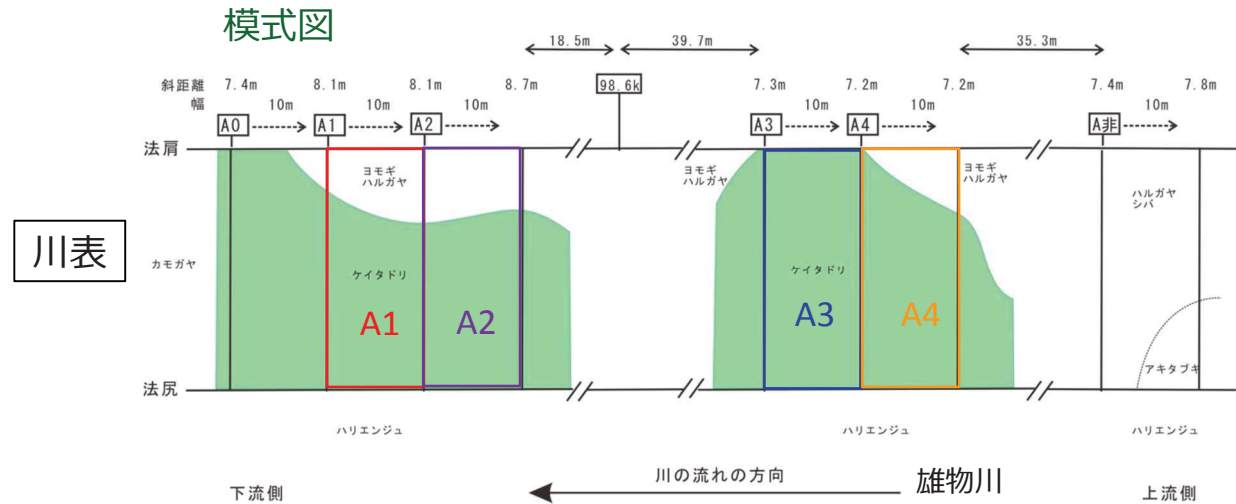
### 注入作業状況

### ● A試験地 [雄物川98.6k右岸 (川表)]

- ◇実施調査区：A1(原液10倍希釈)、A2(原液10倍希釈)、A3(原液2倍希釈)、A4(原液20倍希釈)
- ◇注入日：平成27年6月29日(A1,A3,A4)、8月8日(A2)
- ◇実施状況：下記の写真は、A1調査区



除草剤、注入装置準備状況



除草剤注入前



除草剤注入作業中



除草剤注入後

## 2. 試験・調査方法 (1)除草剤の効果検証調査

### 注入作業状況

### ●B試験地 [雄物川73.2k左岸 (川表)]

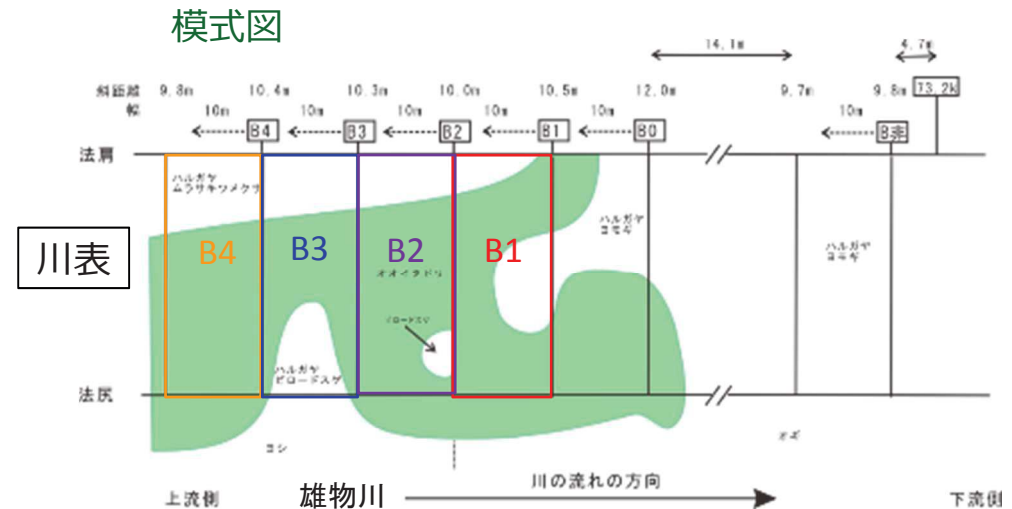
◇実施調査区：B1(原液10倍希釈)、B2 (原液10倍希釈)、B3(原液2倍希釈)、B4(原液20倍希釈)

◇注入日：平成27年6月26日 (B4)・29日 (B1,B3)、8月17日 (B2)

◇実施状況：下記の写真は、B4調査区



除草剤注入前 (全景)



除草剤注入前



除草剤注入作業中



除草剤注入後

## 2. 試験・調査方法 (1)除草剤の効果検証調査

### 注入作業状況

#### ● C試験地【支川皆瀬川4.8k右岸（川裏）】

- ◇実施調査区：C1(原液10倍希釈)、C2(原液10倍希釈)、C3(原液2倍希釈)、C4(原液20倍希釈)
- ◇注入試験実施日：平成27年6月25日(C1,C4)・26日(C3)、8月17日(C2)
- ◇実施状況：下記の写真は、C3調査区



除草剤注入前（全景）



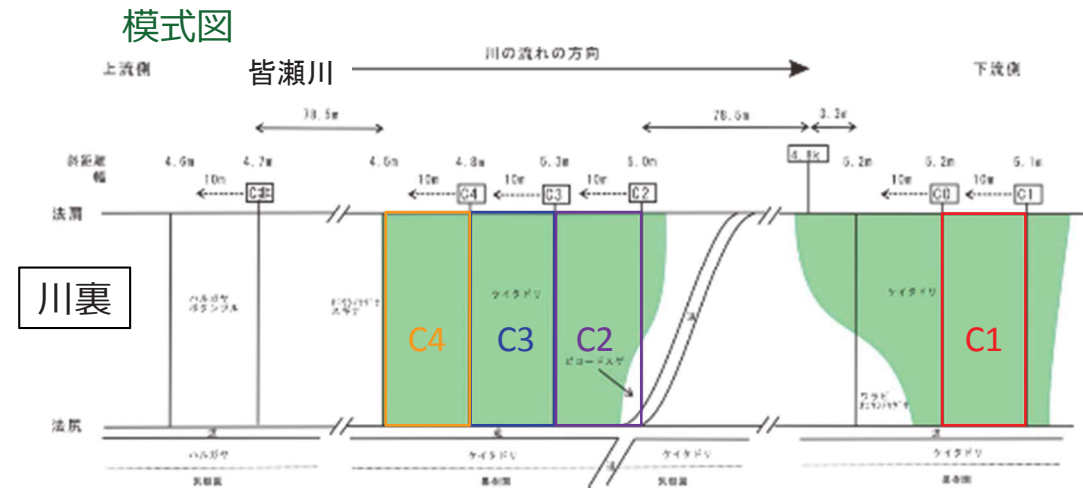
除草剤注入前



除草剤注入作業中



除草剤注入後



## 2. 試験・調査方法 (1)除草剤の効果検証調査

### ④ イタドリ枯死確認

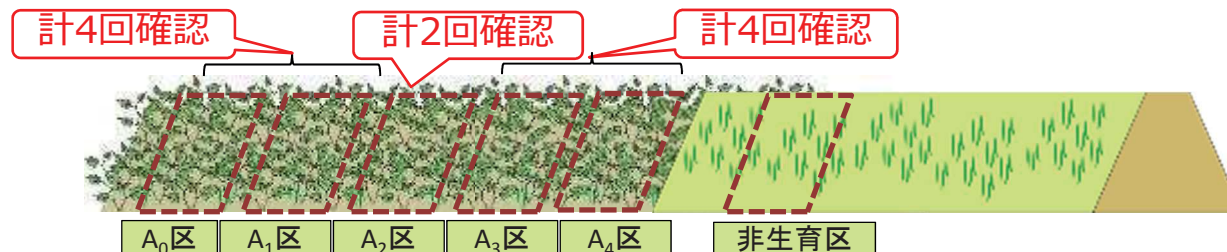
試験地 A～Cにおいて、除草剤の注入によるイタドリ類の枯死状況の確認及び生育状況の変化を把握するため、植生高、植被率（イタドリ類及び全体）、開花・結実状況を記録し、試験前に実施した6月の植生調査結果以降の変化を追跡した。(表6)

試験地内では下流 3 m側を除草せずに枯死確認のための刈残し箇所としていたため、枯死確認では除草箇所と刈残し箇所それぞれについて記録を行った。その際、刈残し箇所には薬剤の注入により枯れたイタドリ類が残っていたが、植生高、植被率の評価ではそれらは無視し、生きてると判断された植物のみを記録対象とした。

表6 イタドリ枯死確認の概要

方法	調査地点	実施時期
目視確認	A 試験地 (A <sub>0</sub> 、A <sub>1</sub> 、A <sub>2</sub> 、A <sub>3</sub> 、A <sub>4</sub> )	対照区及び6月注入区(A～C地区: 0、1、3、4番区) ・注入後10日程度: 7/8 ・7月(注入後1ヶ月): 7/27 ・8月(注入後2ヶ月): 8/27 ・9月(注入後3ヶ月): 9/28(A、C地区)、29(B地区)
	B 試験地 (B <sub>0</sub> 、B <sub>1</sub> 、B <sub>2</sub> 、B <sub>3</sub> 、B <sub>4</sub> )	
	C 試験地 (C <sub>0</sub> 、C <sub>1</sub> 、C <sub>2</sub> 、C <sub>3</sub> 、C <sub>4</sub> )	
		8月注入区(A <sub>2</sub> 、B <sub>2</sub> 、C <sub>2</sub> ) ・注入後10日程度: 8/18(A <sub>2</sub> 地区)、27(B <sub>2</sub> 、C <sub>2</sub> 地区) ・9月(注入後1.5ヶ月程度): 9/28(A <sub>2</sub> 、C <sub>2</sub> 地区)、29(B <sub>2</sub> 地区)

試験地 A



## 2. 試験・調査方法 (1)除草剤の効果検証調査

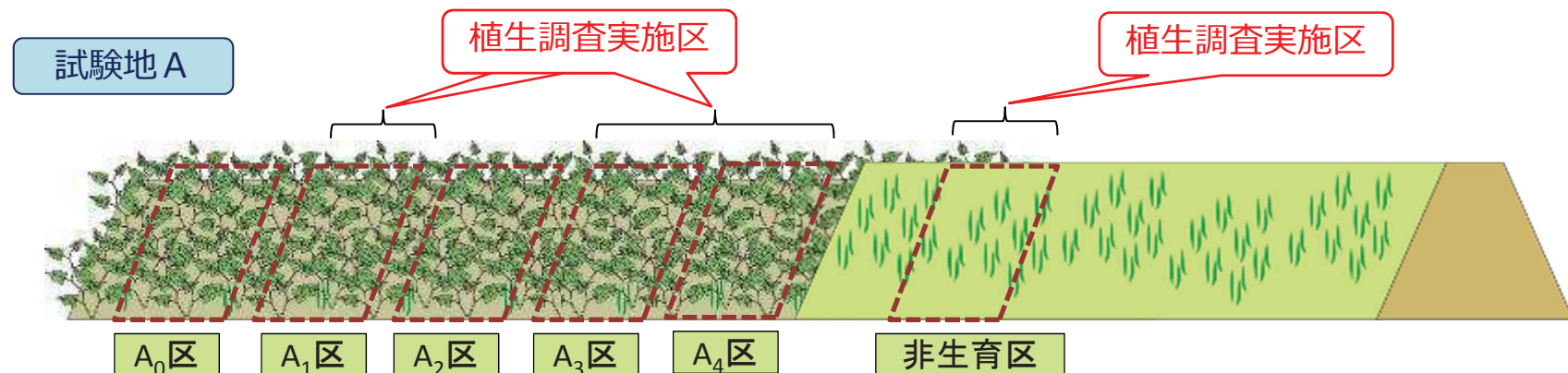
### ⑤ 植生調査

試験地 A～Cにおいて、除草剤注入前の6月と注入3ヶ月後の9月（植物の生長がほぼ終了した時期）に、各調査区の植生調査を行い、植生の復元状況や植生の遷移を調査した。（表7）

調査は一般的な植生調査手法（ブロン・ブランケの植物社会科学的調査手法）により、各試験地の第1,3,4調査区及び非生育区の4地点で行った。

表7 植生調査の概要

方法	調査地点	実施時期	備考
植生調査	A試験地 (A <sub>1</sub> 、A <sub>3</sub> 、A <sub>4</sub> 、非生育区) B試験地 (B <sub>1</sub> 、B <sub>3</sub> 、B <sub>4</sub> 、非生育区) C試験地 (C <sub>1</sub> 、C <sub>3</sub> 、C <sub>4</sub> 、非生育区)	注入前：6/11(A,B)、12(C) 注入後：9/28(A,C)、29(B)	刈残し箇所も含め、調査区の全範囲を対象とした。



注) \* ブロン・ブランケの植物学的調査手法：方形区（コドラート）を設定して、その群落を構成している植物を高さにより階層区分し、その種が空間を占める割合（被度）、個体のばらつき（群度）を数段階で評価し植物群落の状況を把握する手法。

## 2. 試験・調査方法 (1)除草剤の効果検証調査

### 枯死確認、植生調査 作業状況

#### 枯死確認



イタドリ枯死確認状況(C3)

9/28撮影



オオイタドリ開花状況(B3)

9/29撮影



注入約10日後のケイタドリの状況(C2)

8/27撮影

#### 植生調査



植生調査状況(A1)

9/28撮影



ケイタドリ群落(A3)

9/29撮影



ハルガヤ・ヨモギ群落(B4)

9/29撮影



## 2. 試験・調査方法 (2)除草剤の残留調査

### ① 土壌分析

試験地 B (川表) と試験地 C (川裏) において、除草剤茎注入作業前、注入当日、作業の1週間後、作業の1ヶ月後、作業の5ヶ月後の計5回を基本とし、土壌における除草剤の残留濃度調査を行った。また、作業1ヶ月後時点でも残留除草剤が検出されたため、3ヶ月後、4ヶ月後について追加試験を行った。その他に、9月に刈残し個体の茎葉の残留除草剤の分析 (B試験区)、11月の根茎腐食確認に合わせ、根茎の残留濃度試験 (A~C試験区)、刈残し箇所の土壌分析 (B試験区) を行った。

残留除草剤分析方法は、HPLC (高速液体クロマトグラフィー) 法とし、分析成分はグリホサート及びAMPA(代謝物)とした。(表8)

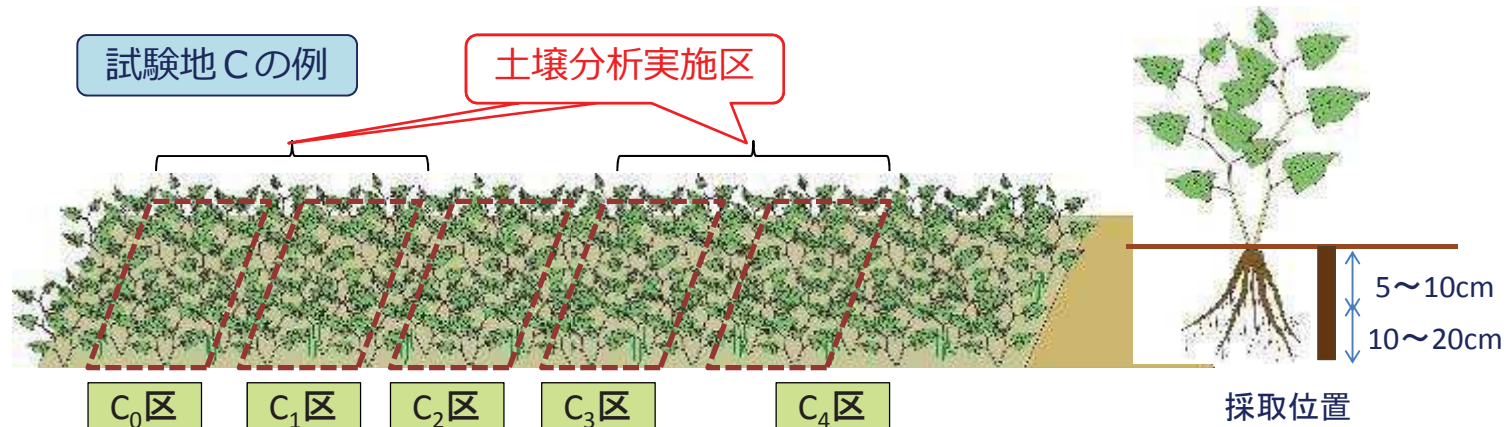
表8 土壌分析の概要

方法	調査地点	実施時期	分析方法
土壌分析	B試験地 (B <sub>0</sub> 、B <sub>1</sub> 、B <sub>3</sub> 、B <sub>4</sub> ) C試験地 (C <sub>0</sub> 、C <sub>1</sub> 、C <sub>3</sub> 、C <sub>4</sub> )	作業前：6/24(B地区)、23(C地区) 作業後： ・注入当日：6/25(C <sub>0</sub> 、C <sub>1</sub> 、C <sub>4</sub> )、26(B <sub>0</sub> 、B <sub>4</sub> 、C <sub>3</sub> )、29(B <sub>1</sub> 、B <sub>3</sub> ) ・1週間後：7/2(C <sub>0</sub> 、C <sub>1</sub> 、C <sub>4</sub> )、3(B <sub>4</sub> 、C <sub>3</sub> )、6(B <sub>0</sub> 、B <sub>1</sub> 、B <sub>3</sub> ) ・1ヶ月後：7/25(C <sub>0</sub> 、C <sub>1</sub> 、C <sub>4</sub> )、27(B <sub>0</sub> 、B <sub>4</sub> 、C <sub>3</sub> )、29(B <sub>1</sub> 、B <sub>3</sub> ) ・3ヶ月後(追加)：9/28(C地区)、29(B <sub>0</sub> 、B <sub>1</sub> )、30(B <sub>3</sub> 、B <sub>4</sub> ) ・4ヶ月後(追加)：10/28(B、C地区) 11/2(追加・B地区刈残し箇所) ・5ヶ月後：11/26(B、C地区)	HPLC (高速液体クロマトグラフィー) 法
根茎分析	A試験地 (A <sub>1</sub> 、A <sub>2</sub> 、A <sub>3</sub> 、A <sub>4</sub> ) B試験地 (B <sub>1</sub> 、B <sub>2</sub> 、B <sub>3</sub> 、B <sub>4</sub> ) C試験地 (C <sub>1</sub> 、C <sub>2</sub> 、C <sub>3</sub> 、C <sub>4</sub> )	根茎分析：11/5(A地区、B地区、C地区) 茎葉分析(追加)：9/29(B地区、刈残し個体)	HPLC (高速液体クロマトグラフィー) 法

## 2. 試験・調査方法 (2)除草剤の残留調査

### ① 土壌分析

サンプリング方法は、イタドリの生育場所を中心に、1調査区で5点程度から表層（0～10cmまで）及び中層（10～20cm）の土壌をサンプラーでランダムに柱状採取し、表層、中層それぞれのサンプルを全量一緒にし、1検体とした。採取土量は1点当たり200g～300gとする。



#### <留意事項>

- ・サンプリングした後にできた穴は、あらかじめ用意した土壌汚染のない粘度等で充填した。
- ・採取した土壌は、4mm目のふるいを通し十分混合した。
- ・サンプリング地点は、試験区のイタドリの生育エリア内でも下側の方に多く設定した。

## 2. 試験・調査方法 (2)除草剤の残留調査

### ② 水質分析

試験地 A において、除草剤茎注入作業前の降雨後、及び作業後の直近の降雨後並びに1ヶ月程度後の降雨後の計3回、サンプリングして試験地から流れ出る表流水中の除草剤の残留濃度調査を行った。

除草剤が検出された場合には更に1ヶ月後に再調査を行うこととし、除草剤が検出されている期間同じ調査を継続した。

また、薬剤注入直後の降雨による除草剤拡散の有無を確認するため、試験地 B の8月除草剤茎注入は、降雨予想の前日に行った。サンプリングは注入前の降雨後と注入後の降雨後に行い、分析した。

残留除草剤の水質分析方法は、HPLC（高速液体クロマトグラフィー）法とし、分析成分はグリホサート及びAMPA(代謝物)とした。（表9）

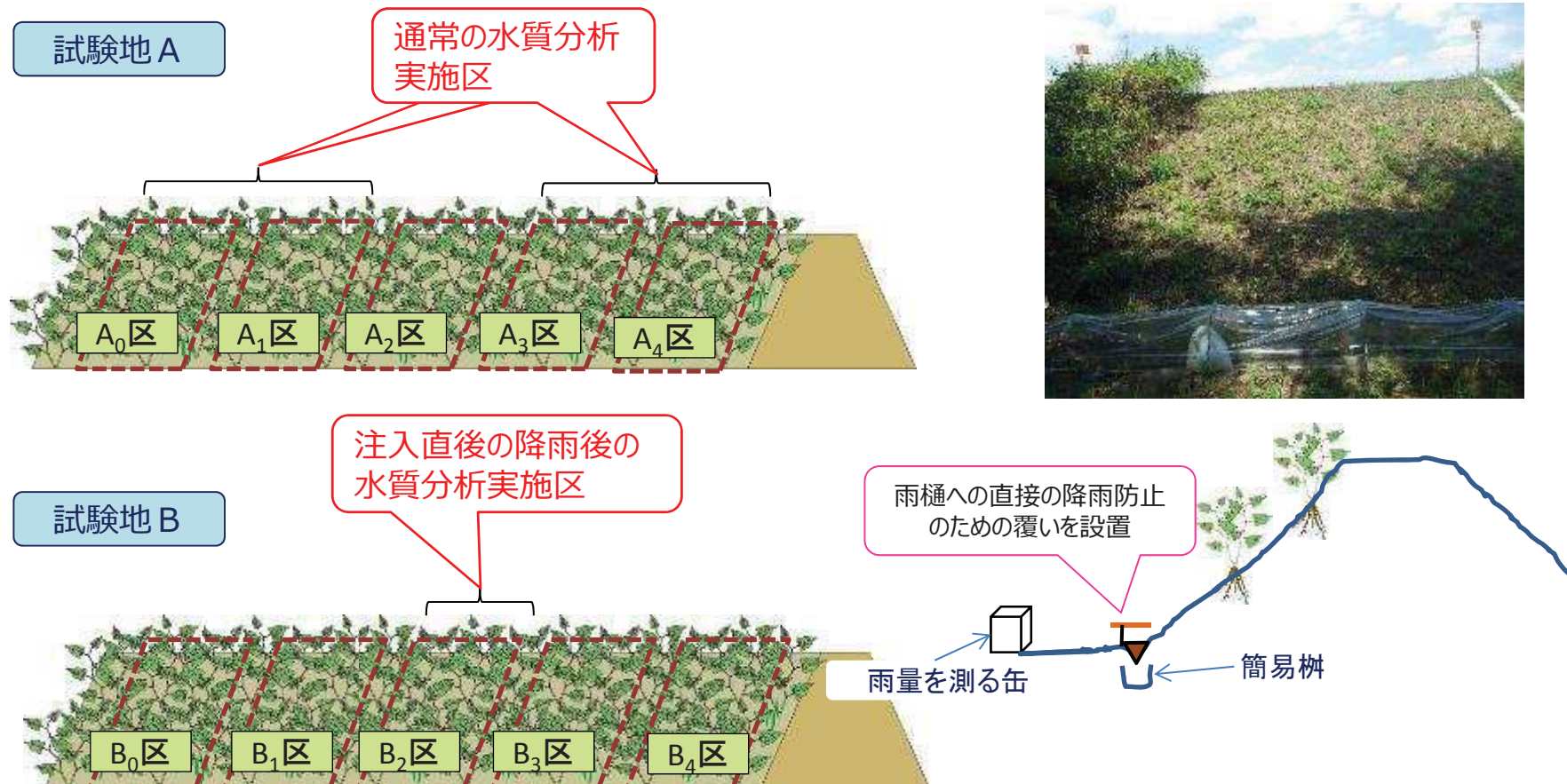
表9 水質分析の概要

方法	調査地点	実施時期	分析方法	備考
水質分析	A 試験地 (A <sub>0</sub> , A <sub>1</sub> , A <sub>3</sub> , A <sub>4</sub> ) の下部	作業前：6月（降雨後）：6/27 作業後の最初の降雨後：7/19 約1ヶ月後の降雨後：7/31 必要時継続：9/11、10/2	HPLC（高速液体クロマトグラフィー）法	
	B 試験地 (B <sub>2</sub> ) の下部	7～8月の降雨時 注入前の降雨後：7/23 注入後の降雨後：8/18(注入翌日)		薬剤注入直後の降雨による除草剤拡散の有無を確認するため実施

## 2. 試験・調査方法 (2)除草剤の残留調査

降雨時、試験区の表面を流れる水を堤防の法尻で集め水質分析に供するため、堤防法尻に雨樋等を設置するとともに簡易樹（バケツ等）を設置し集水した。その際、対象とする試験区を流れる雨水を捕捉する必要があるため、枕土嚢等を活用し、隣接試験区の雨水が入らないよう配置した。さらに、雨樋への直接の降雨防止のための覆いを設置した。

また、調査時には雨水を溜められる缶を法下の平坦地に一つ置き、当日の単位面積当たりの雨量を計測し、調査票に記録すると共に、最寄りの気象官署の雨量についても調べた。



## 2. 試験・調査方法 (2)除草剤の残留調査

### 土壌分析・水質分析作業状況

#### 土壌分析



土壌サンプリング状況(B0)



土壌サンプリング状況(C1)

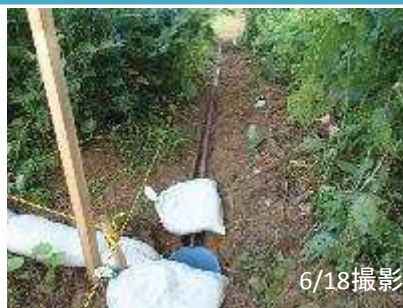


サンプリング試料(C1)

#### 水質分析



枕土嚢を用いた調査区の区分(A0)



堤防法尻に雨樋設置(A1)



雨樋への直接の降雨防止のため  
覆いを設置(A1)



雨水の集水状況(A0)



採水状況(A0)



サンプリング試料(A0)

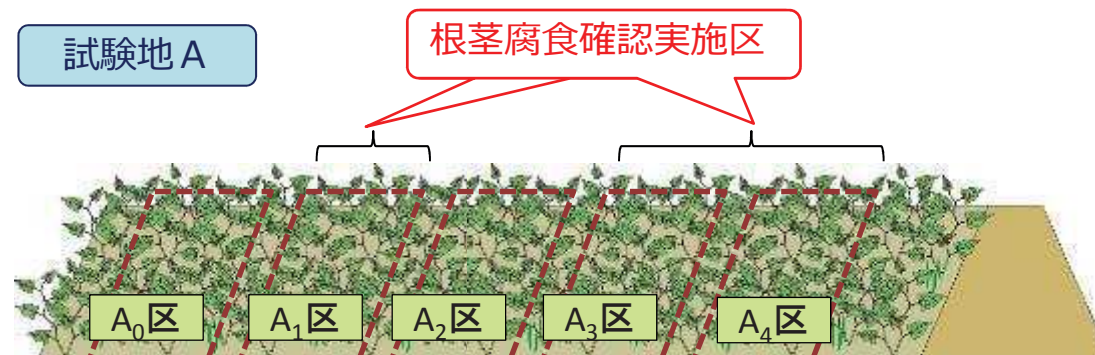
## 2. 試験・調査方法 (3)堤防の土質変化確認調査

### ① 根茎腐食確認

試験地 A～Cにおいて、除草剤の注入により地上部の枯れた株の地下部を掘り起こし、根茎の腐食状況を観察した。調査は地上部の枯死が確認された後の非出水期にあたる11月に行った。(表10) 観察対象は各区1株とした。

表10 除草剤使用方法

方法	調査地点	実施時期
根茎腐食確認	A試験地 (A <sub>1</sub> 、A <sub>3</sub> 、A <sub>4</sub> ) B試験地 (B <sub>1</sub> 、B <sub>3</sub> 、B <sub>4</sub> ) C試験地 (C <sub>1</sub> 、C <sub>3</sub> 、C <sub>4</sub> )	11/5(A,B)、6(C)



オオイトダリの根茎

## 2. 試験・調査方法 (3)堤防の土質変化確認調査

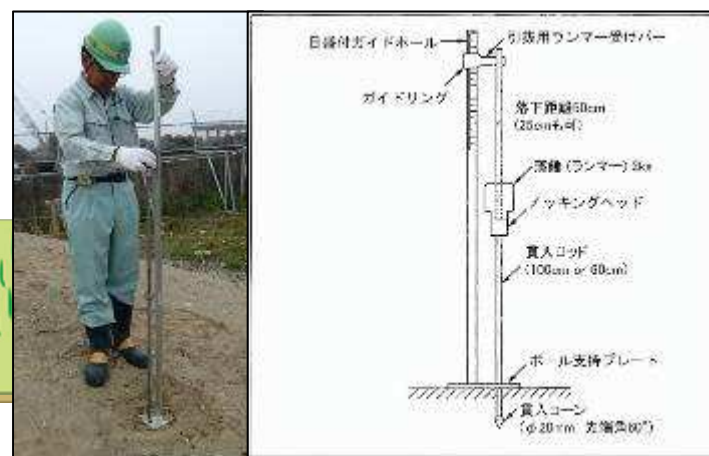
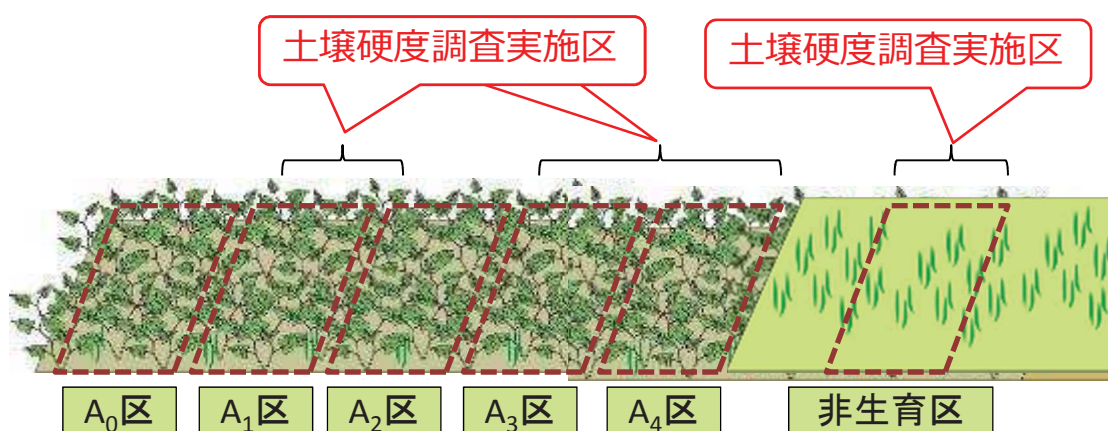
### ② 土壌硬度調査

試験地 A～Cにおいて、イタダリの枯死した調査区、非生育区において土壌硬度を調査し、土質の変化の状況を確認した。調査は除草剤注入前と、非出水期の11月に合計2回行った。(表11)

表11 土壌硬度調査の概要

方法	調査地点	実施時期
土壌硬度調査	A試験地 (A <sub>1</sub> 、A <sub>3</sub> 、A <sub>4</sub> 、非生育区) B試験地 (B <sub>1</sub> 、B <sub>3</sub> 、B <sub>4</sub> 、非生育区) C試験地 (C <sub>1</sub> 、C <sub>3</sub> 、C <sub>4</sub> 、非生育区)	作業前:6/11(A <sub>1</sub> )、12(C <sub>1</sub> )、17(B <sub>1</sub> 、C <sub>3</sub> 、C <sub>4</sub> 、C非)、 18(A <sub>3</sub> 、A <sub>4</sub> 、A非、B <sub>3</sub> 、B <sub>4</sub> 、B非) 作業後:11/24(A地区)、25(B地区、C地区)

調査は、長谷川式土壌貫入計により、各調査区の任意に選んだ3点で行い土壌の硬さを評価する方法とした。ただし、1番区では枯れた株の地点とし、測定深度は1mとした。



長谷川式土壌貫入計

## 2. 試験・調査方法 (3)堤防の土質変化確認調査

### 根茎腐食確認、土壌硬度調査作業状況

#### 根茎腐食確認



根茎掘り起こし状況(A1)



1m深さを目処に掘り起こし(C4)



計測(A1)

#### 土壌硬度調査



試験地 A



試験地 C



## 2. 試験・調査方法 (4)先行試験モニタリング調査

### ① イタドリ再生確認

先行試験地の中から、茎注入後1年、3年、5年の地点を選び、イタドリの再生有無、状況を調査し、除草剤の効力期間を確認した。調査は、生長期の6月及び生長終了期の9月に目視により実施した。

### ② 植生復元確認

先行試験地の中から、隣接の非生育区及び茎注入後1年、3年、5年の地点を選び、植生遷移の状況を確認した。調査は生長終了期の9月に植生調査により実施した。

### ③ 土質変化確認

先行試験地の中から、茎注入後1年、3年、5年の地点を選び、枯死した株の直下付近における根茎の腐食状況並びに土壌硬度を調査した。腐食確認及び土壌硬度調査は前述の調査方法とし、植物の落葉期に実施した。

表12 先行試験モニタリングの概要

項目・方法	方法	調査地点	実施時期
①イタドリ再生確認	目視	1年区、3年区、5年区	生長初期：6/12 生長終了期：9/29
②植生復元確認	植生調査	//、非生育区	9/29
③土質変化確認	腐食確認	//	11/4-5
	土壌硬度調査	//	11/26

先行試験 5年区10m



### 3. 試験・調査の実施状況（実績詳細）

表13 平成27年度 イタドリ対策試験・調査実績一覧

項目 試験区	除草剤の効果検証調査									除草剤残留調査										土質変化確認調査		先行試験モニタリング															
	薬剤注入		植生調査		イタドリ枯死確認					土壌分析					水質分析					根茎腐食		土壌硬度		再イタドリ確認		植生復元		根茎腐食		土壌硬度							
	春季	夏季	注入前 (6月)	生長後 (9月)	10日程度後 注入後	1ヶ月後 (7月)	2ヶ月後 (8月)	3ヶ月後 (9月)	注入前 (6月)	注入当日	1週間後	1ヶ月後 (7月)	3ヶ月後 (9月)	1ヶ月後 (10月)	4ヶ月後 (11月)	5ヶ月後 (12月)	根茎分析※	注入前の降雨後	注入後最初の降雨後	1ヶ月程度後の降雨後	除草剤検出により継続 (9月)	除草剤検出により継続 (10月)	除草剤検出により継続 (11月)	枯死確認後 (11月)	注入前 (6月)	非出水期 (11月)	非出水期 (6月)	春季 (9月)	秋季 (9月)	秋季 (9月)	秋季 (11月)	非出水期 (11月)					
A試験地	A <sub>0</sub>		6/11	9/28	7/8	7/27	8/27	9/28									6/27	7/19	7/31	9/11	10/2																
	A <sub>1</sub>	6/29		6/11	9/28	7/8	7/27	8/27	9/28							11/5	6/27	7/19	7/31	9/11	10/2	11/5	6/11	11/24													
	A <sub>2</sub>		8/8	6/11	9/28	8/18		9/28								11/5																					
	A <sub>3</sub>	6/29		6/11	9/28	7/8	7/27	8/27	9/28							11/5	6/27	7/19	7/31	9/11	10/2	11/5	6/18	11/24													
	A <sub>4</sub>	6/29		6/11	9/28	7/8	7/27	8/27	9/28							11/5	6/27	7/19	7/31	9/11	10/2	11/5	6/18	11/24													
	非生育		6/11	9/28																			6/18	11/24													
B試験地	B <sub>0</sub>		6/12	9/29	7/8	7/27	8/27	9/29	6/24	6/26	7/6	7/27	9/29	10/28		11/26																					
	B <sub>1</sub>	6/29		6/12	9/29	7/8	7/27	8/27	9/29	6/24	6/29	7/6	7/29	9/29	10/28	11/2	11/26	11/5					11/5	6/17	11/25												
	B <sub>2</sub>		8/17	6/12	9/29	8/27		9/29								11/5	7/23	8/18																			
	B <sub>3</sub>	6/29		6/12	9/29	7/8	7/27	8/27	9/29	6/24	6/29	7/6	7/29	9/30	10/28	11/2	11/26	11/5					11/5	6/18	11/25												
	B <sub>4</sub>	6/26		6/12	9/29	7/8	7/27	8/27	9/29	6/24	6/26	7/3	7/27	9/30	10/28		11/26	11/5					11/5	6/18	11/25												
	非生育		6/12	9/29																			6/18	11/25													
C試験地	C <sub>0</sub>		6/12	9/28	7/8	7/27	8/27	9/28	6/23	6/25	7/2	7/25	9/28	10/28		11/26																					
	C <sub>1</sub>	6/25		6/12	9/28	7/8	7/27	8/27	9/28	6/23	6/25	7/2	7/25	9/28	10/28		11/26	11/6					11/6	6/12	11/25												
	C <sub>2</sub>		8/17	6/12	9/28	8/27		9/28								11/6																					
	C <sub>3</sub>	6/26		6/12	9/28	7/8	7/27	8/27	9/28	6/23	6/26	7/3	7/27	9/28	10/28		11/26	11/6					11/6	6/17	11/25												
	C <sub>4</sub>	6/25		6/12	9/28	7/8	7/27	8/27	9/28	6/23	6/25	7/2	7/25	9/28	10/28		11/26	11/6					11/6	6/17	11/25												
	非生育		6/12	9/28																			6/17	11/25													
先行試験地	先1																																				
	先2																																				
	先3																																				
	先4																																				

黒字:終了 赤字:終了(追加調査) 紫字:調査対象ではなかったが、参考として調査を実施  
 青字:1.5ヶ月程度後の枯死確認となっている。

※根茎分析：本試験の結果、根茎の腐食が確認されなかったことから（詳細後述）、グリホサートが根茎まで到達しているか確認するため、根茎の残留除草剤分析を行った。

## 4.試験・調査結果 (1)除草剤の効果検証調査

### ① 除草剤注入試験

#### a) 作業コスト

- 各試験地の維持工事担当業者（A試験地とB・C試験地）が、最初に作業した調査区(表の赤枠)の作業時間が最も多い。
- 以降の調査区では、作業者の慣れにより作業時間の短縮が図られている。

※ 実際に注入した際の生育密度の平均値であり、P27の値とは一致しない

※2 合計作業時間：作業時間×作業人数

表14 作業量・作業時間一覧

試験区	作業面積(m <sup>2</sup> )	注入したイタドリ本数(本)	イタドリ生育密度(本/m <sup>2</sup> )	作業時間(h)	作業人数(人)	合計作業時間※2(h)	1人1日(8h)あたり		備考		担当	イタドリ種類
							作業面積(m <sup>2</sup> )	注入本数(本)	注入日時			
A試験地	A <sub>1</sub>	59.5	4000	67	2.5	2	5	95.2	6400	6/29 8:00-10:46	業者a	ケイタドリ
	A <sub>2</sub>	60.6	4100	68	2	2	4	121.2	8200	8/8 9:00-11:00		
	A <sub>3</sub>	72.5	5000	69	2	2	4	145.0	10000	6/29 11:00-14:00		
	A <sub>4</sub>	61.1	4000	65	1.5	2	3	162.9	10667	6/29 15:00-16:30		
	平均	63.4	4275	67.3※	2.0	2	4.0	131.1	8817	-		
B試験地	B <sub>1</sub>	71.4	2000	28	3	2	6	95.2	2667	6/29 13:00-16:30	業者b	オオイタドリ
	B <sub>2</sub>	75.9	2000	26	1.5	2	3	202.4	5333	8/17 9:30-11:10		
	B <sub>3</sub>	55.6	1800	32	2.5	2	5	89.0	2880	6/29 8:00-11:30		
	B <sub>4</sub>	70.9	2200	31	2.5	2	5	113.4	3520	6/26 13:00-16:30		
	平均	68.5	2000	29.3※	2.4	2	4.8	125.0	3600	-		
C試験地	C <sub>1</sub>	51.5	2700	52	3	2	6	68.7	3600	6/25 14:30-18:30	業者b	ケイタドリ
	C <sub>2</sub>	49.4	2500	51	2.5	2	5	79.0	4000	8/17 13:30-17:00		
	C <sub>3</sub>	50.5	2500	50	2.5	2	5	80.8	4000	6/26 8:00-11:30		
	C <sub>4</sub>	46.5	2200	47	3.5	2	7	53.1	2514	6/25 9:00-14:00		
	平均	49.5	2475	50.0※	2.9	2	5.8	70.4	3529	-		
平均	60.5	2916.7	48.9	2.4	2	4.8	108.8	5315	-	-	-	

## 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

### b) 除草剤注入量

- 本試験では注入作業は各試験地とも1回の注入を実施した。
- 今回の注入試験における除草剤使用量をメーカー使用量であるm<sup>2</sup>当たりの原液注入量「日本芝地」と比べてみると、2倍希釈（B<sub>3</sub>、C<sub>3</sub>）で多く使用している状況となっている。
- C試験地の方が生育本数が少ないにもかかわらず、A試験地よりも1,000m<sup>2</sup>（10a）当たりの原液注入量が倍程度多いなど、作業員による差が大きく見られ、今後工夫が必要である。
- 参考までに、茎葉散布のメーカー使用量と比較するとイタドリ生育本数が多いため7地区で多くなっている。

表15 除草剤注入量

試験地	試験区	希釈倍率	注入期日	希釈液注入量 (ml)	原液換算注入量 (ml)	m <sup>2</sup> 当たり原液注入量 (ml)	1,000m <sup>2</sup> (10a)当たり原液注入量 (ml)	1株当たり原液注入量 (ml)	イタドリ分布面積 (m <sup>2</sup> )	生育本数
A試験地	A <sub>1</sub>	10	H27.6.29	950	95	1.6	1,596	0.02	59.5	4,023
	A <sub>2</sub>	10	H27.8.8	1,100	110	1.8	1,814	0.03	60.6	4,100
	A <sub>3</sub>	2	H27.6.29	1,150	575	7.9	7,931	0.12	72.5	4,901
	A <sub>4</sub>	20	H27.6.29	1,350	67.5	1.1	1,105	0.02	61.1	4,128
B試験地	B <sub>1</sub>	10	H27.6.29	1,700	170	2.4	2,380	0.09	71.4	2,000
	B <sub>2</sub>	10	H27.8.17	1,000	100	1.3	1,318	0.05	75.9	2,124
	B <sub>3</sub>	2	H27.6.29	1,500	750	13.5	13,499	0.48	55.6	1,556
	B <sub>4</sub>	20	H27.6.26	1,900	95	1.3	1,341	0.05	70.9	1,984
C試験地	C <sub>1</sub>	10	H27.6.25	1,700	170	3.3	3,301	0.07	51.5	2,596
	C <sub>2</sub>	10	H27.8.17	1,500	150	3.0	3,038	0.06	49.4	2,488
	C <sub>3</sub>	2	H27.6.26	1,500	750	14.9	14,851	0.29	50.5	2,545
	C <sub>4</sub>	20	H27.6.25	2,000	100	2.2	2,151	0.04	46.5	2,344

A及びC試験地はケイタドリ、B試験地はオオイタドリ

除草剤メーカー使用量

区分	項目	使用量	適用雑草	使用回数
農地以外	茎葉散布	1,000m <sup>2</sup> (10a)当たり使用量	雑草、雑かん木、ササ類等	3回以内
		200~2,000ml		
農地以外	塗布	m <sup>2</sup> 当たり	一年生及び多年生雑草	3回以内
		「日本芝地」では3~9ml		

 : 使用量を超えた試験区

## 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

### ② イタドリ枯死確認

#### a) イタドリ生育密度

注入前の6月に、各試験地・試験区におけるイタドリの生育密度を調査した。(表16)

表16 イタドリ生育密度

- 各試験地のイタドリ生育エリアに50cm×50cmの方形枠を10箇所設定し、その中のイタドリの本数を計数し、平均生育数から生育密度(本数/㎡)を算出した。
- 各試験区の生育本数は、ケイタドリの生育するA試験地では約4,000～5,000本程度、オオイタドリの生育するB試験地では1,500～2,100本程度、ケイタドリの生育するC試験地では2,100～2,600本程度である。
- A及びC試験地では、生育密度は50本/㎡以上であったが、B試験地では28本/㎡と約半分の密度である。

試験地	試験区	面積(m <sup>2</sup> )			生育本数	生育密度 (本数/㎡)
		試験区全体	イタドリ分布	その他		
A試験地 (ケイタドリ) 調査日 6/11	A <sub>0</sub>	77.5	74.1	3.4	5,012	67.6
	A <sub>1</sub>	81.0	59.5	21.5	4,023	
	A <sub>2</sub>	84.0	60.6	23.4	4,100	
	A <sub>3</sub>	72.5	72.5	0	4,901	
	A <sub>4</sub>	72.0	61.1	10.9	4,128	
	非生育	76.0	0	76.0	0	0
B試験地 (オオイタドリ) 調査日 6/12	B <sub>0</sub>	112.5	69.0	43.5	1,933	28.0
	B <sub>1</sub>	102.5	71.4	31.1	2,000	
	B <sub>2</sub>	101.5	75.9	25.6	2,124	
	B <sub>3</sub>	103.5	55.6	47.9	1,556	
	B <sub>4</sub>	101.0	70.9	30.1	1,984	
	非生育	97.5	0	97.5	0	0
C試験地 (ケイタドリ) 調査日 6/12	C <sub>0</sub>	52.0	42.1	9.9	2,120	50.4
	C <sub>1</sub>	51.5	51.5	0	2,596	
	C <sub>2</sub>	53.0	49.4	3.6	2,488	
	C <sub>3</sub>	50.5	50.5	0	2,545	
	C <sub>4</sub>	46.5	46.5	0	2,344	
	非生育	46.5	0	46.5	0	0

A及びC試験地はケイタドリ、B試験地はオオイタドリ

# 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

## ② イタドリ枯死確認

### b) 除草剤の希釈倍率による枯死状況の違い：A地区

## ケイトリ



- 除草剤を注入することでイタドリが枯死している。
- 除草剤の希釈倍率が低い (= 濃度が高い) ほど、イタドリの枯死が早い傾向にある。  
(2倍 > 10倍 > 20倍)

# 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

## b) 除草剤の希釈倍率による枯死状況の違い：B地区 材外ドリ

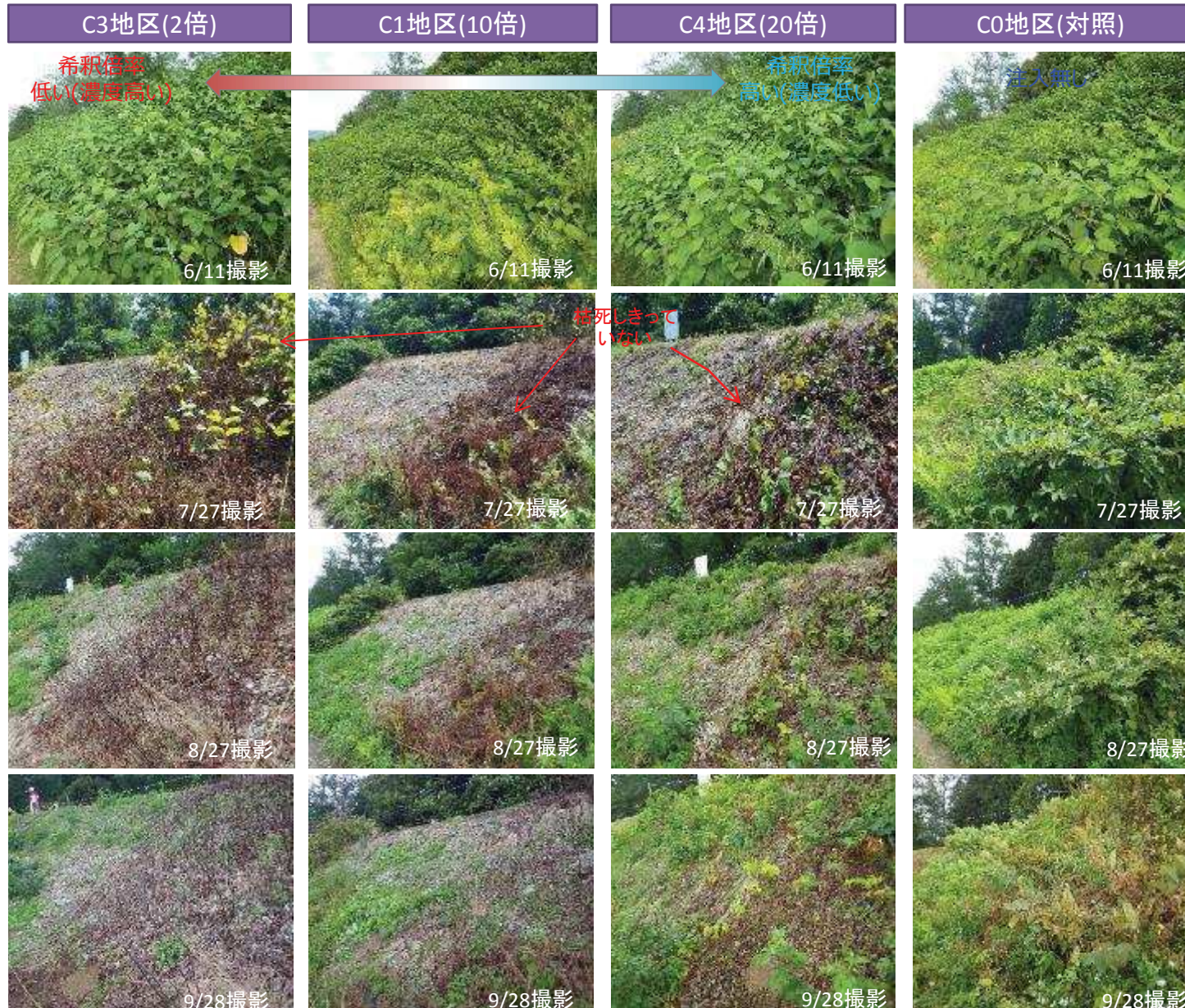


- 除草剤を注入することでイタドリが枯死している。
- 除草剤の希釈倍率が低い (= 濃度が高い) ほど、イタドリの枯死が早い傾向にある。  
(2倍 > 10倍 > 20倍)

# 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

## b) 除草剤の希釈倍率による枯死状況の違い：C地区

ケイ外リ



- 除草剤を注入することでイタドリが枯死している。
- 希釈倍率による枯死速度の差はA、B地区ほど顕著にはみられない。



## 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

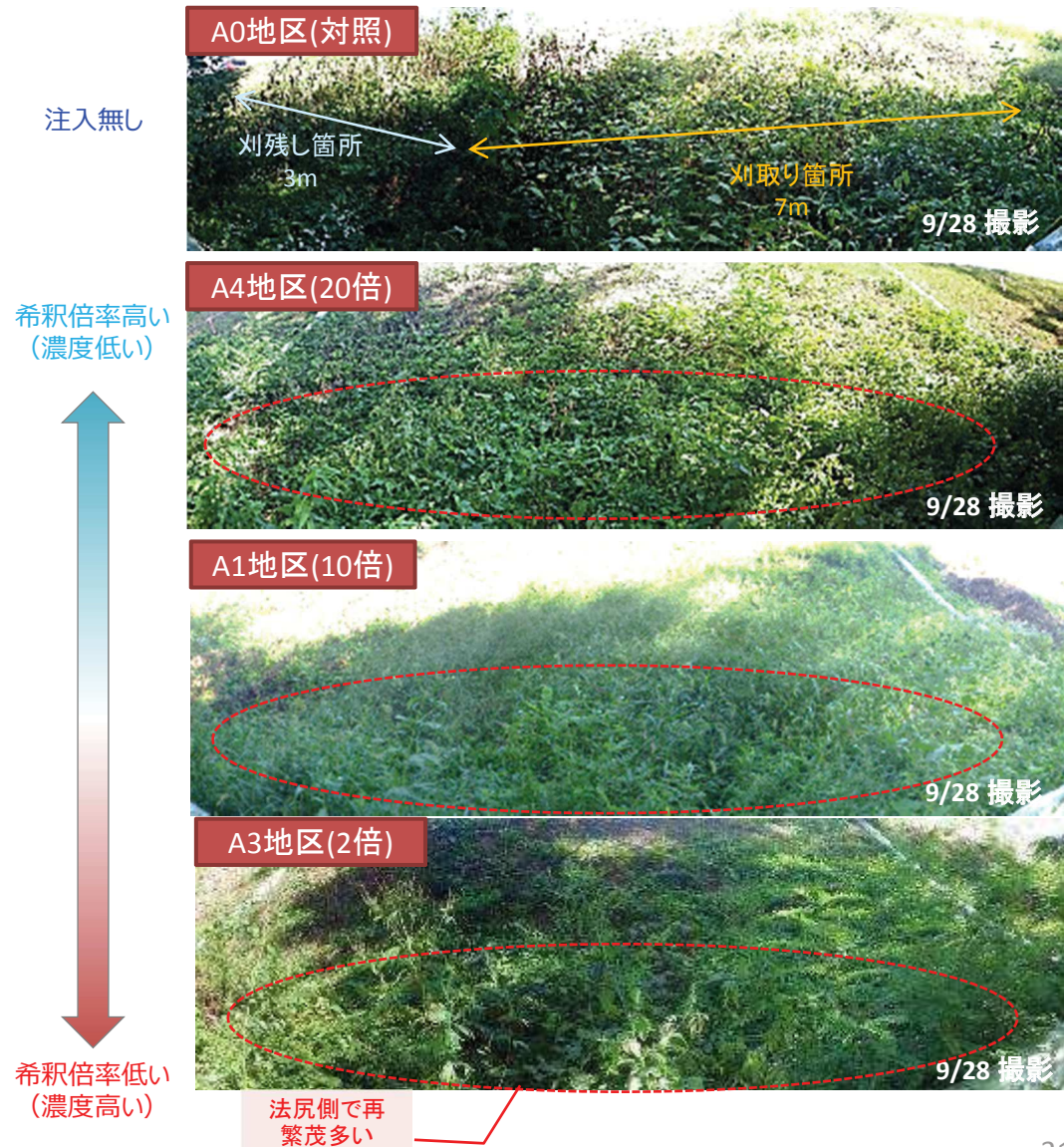
### c) 除草剤の希釈倍率による再繁茂状況：A地区

- A地区は、イタドリ枯死後の再繁茂状況に除草剤の希釈倍率による違いはみられない。
- A地区では、他地区と比べて再繁茂した個体が多いが、面積当たりの除草剤注入量が少なかったことが要因として考えられる。

○ : イタドリ再生個体

※刈残し：枯死状況の確認のため、各地区下流側の3mは、イタドリ枯死後に除草作業を行わずに残置した。

### ケイ外リ



# 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

## c) 除草剤の希釈倍率による再繁茂状況：B、C地区

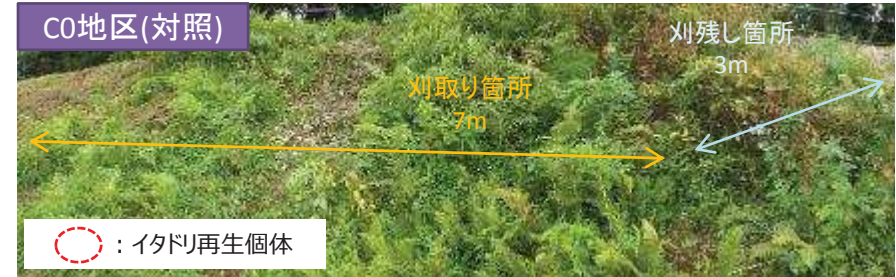
※刈残し：枯死状況の確認のため、各地区下流側の3mは、イタドリ枯死後に除草作業を行わずに残置した。

➤ B地区、C地区では、除草剤の希釈倍率が低いほど、再繁茂するイタドリが少ない。(2倍<10倍<20倍)

材イタドリ



ケイイタドリ



注入無し

希釈倍率高い  
(濃度低い)

希釈倍率低い  
(濃度高い)

## 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

### d) イタドリの種類による枯死状況の違い

- 除草剤注入により、ケイタドリ、オオイタドリのどちらも枯死しており、枯死までの速度に、種類による違いはみられない。（希釈倍率による傾向は特にないため、希釈倍率10倍の事例を以下に示す）

#### ケイタドリ



#### オオイタドリ



# 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

## e) 刈取り有無による開花・結実の違い

※刈残し：枯死状況の確認のため、各地区下流側の3mは、イタドリ枯死後に除草作業を行わずに残置した。

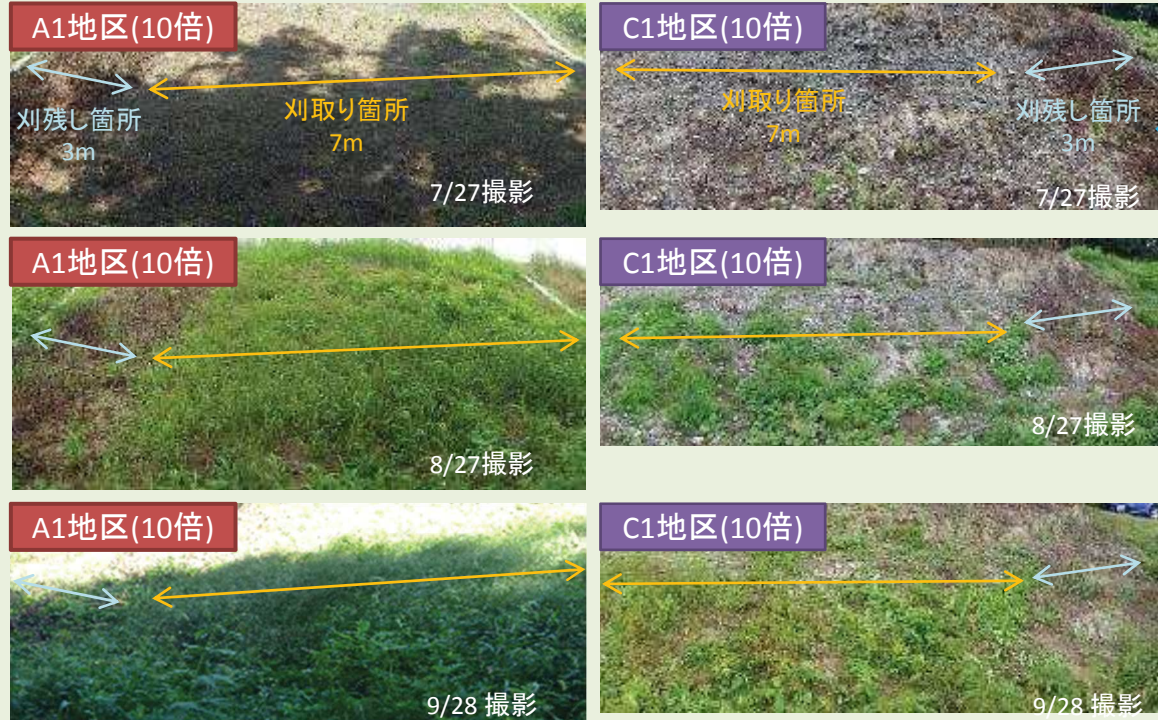
- 刈取り箇所では、全地区で除草剤注入個体の開花・結実はみられない。
- 刈残し箇所では、オオイタドリは注入した全地区(B1～4地区)で開花・結実が確認されているのに対し、ケイタドリは注入した8地区の内C2地区のみ開花が確認されている。



開花状況

### ケイタドリ

(希釈倍率による傾向は特にないため、希釈倍率10倍の事例を以下に示す)



### オオイタドリ



## 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

### f) 注入時期による枯死状況の違い(ケイタドリ) : A,C地区

- 1番区(10倍希釈、6月注入)では、イタドリ枯死後、注入3ヶ月後の9月調査時にはイタドリ以外の植生が回復している。
- 2番区(10倍希釈、8月注入)では、注入後10日程度で枯死を確認し除草を行ったが、主な植物の生長期も過ぎていたため、注入1.5ヶ月程度後(9月調査時)でも裸地面積が広い状態が続いている。

表17 試験・調査実施時期 (A,C地区)

地区	注入	調査	除草	調査	/	調査	/	調査9月
	1番区	(注入10日後)		(注入1ヶ月後)		(注入2ヶ月後)		(注入3ヶ月後)
A1	6/29	7/8	7/10	7/27	-	8/27	-	9/28
C1	6/25	7/8	7/9	7/27	-	8/27	-	9/28

地区	/				注入	調査	除草	調査
	/				2番区	(注入10日程度後)		(注入1.5ヶ月程度後)
A2	/				8/8	8/27	8/19	9/28
C2	/				8/17	8/27	8/31	9/28

### ケイタドリ



## 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

### f) 注入時期による枯死状況の違い(オオイトドリ):B地区

- 1番区(10倍希釈、6月注入)では、イトドリ枯死後、注入3ヶ月後の9月調査時にはイトドリ以外の植生が回復している。
- 2番区(10倍希釈、8月注入)では、注入後10日程度で枯死を確認し除草を行ったが、主な植物の生長期も過ぎていたため、注入1.5ヶ月程度後(9月調査時)でも裸地面積が広い状態が続いている。
- 2番区(10倍希釈、8月注入)では、除草後の根元にイトダリの芽が出ているのが9月に確認されている。

表18 試験・調査実施時期 (B地区)

地区	注入	調査	除草	調査	調査	調査	調査	
	1番区	(注入10日後)		(注入1ヶ月後)		(注入2ヶ月後)		(注入3ヶ月後)
B1	6/29	7/8	7/10	7/27	-	8/27	-	9/29
地区	/				注入	調査	除草	調査
					2番区	(注入10日程度後)		(注入1.5ヶ月程度後)
B2	-	-	-	-	8/17	8/27	8/31	9/29

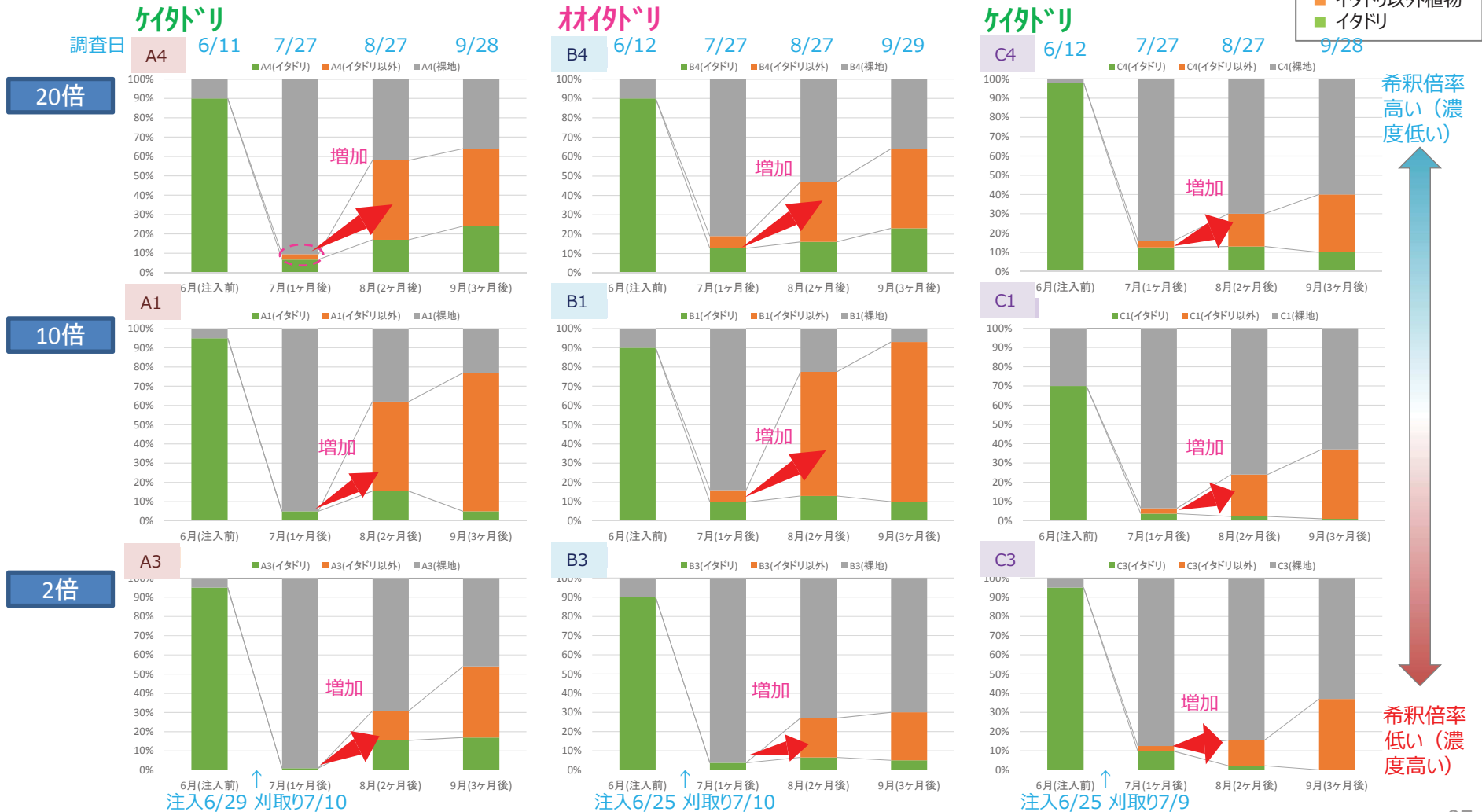
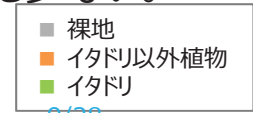
### 材外リ



# 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

## ③ 植生調査 a) イタドリ枯死後の植生の回復(希釈倍率による違い)

- A、B地区では1番区(希釈倍率10倍)が植被面積の回復が大きく、イタドリの回復の割合が低い。4番区(20倍)ではイタドリが9月までに20%以上に回復し、3番区(2倍)は植被面積の回復が最も少ない。
- C地区は植被面積の回復状況に、希釈倍率による顕著な差は見られない。

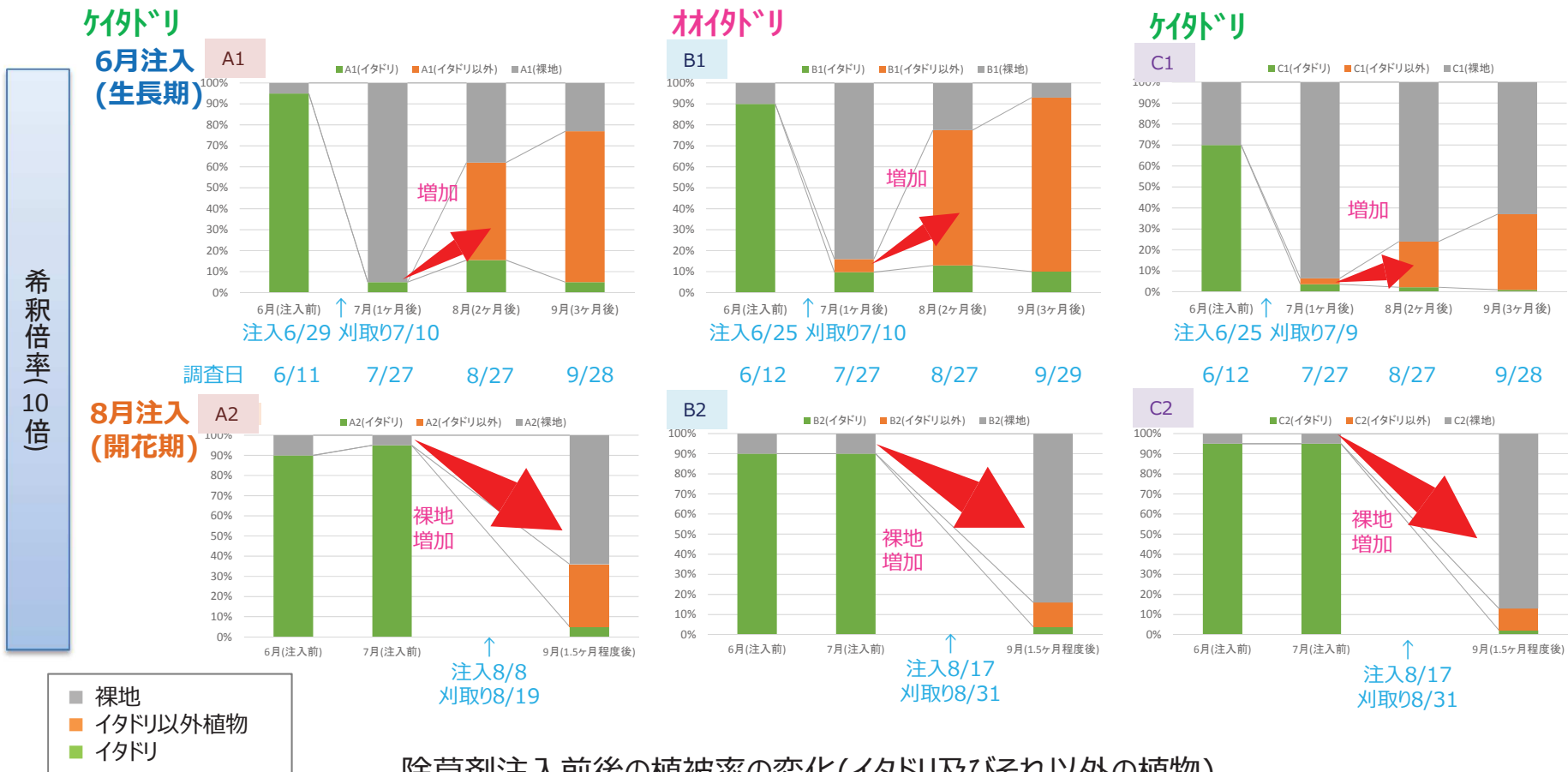


除草剤注入前後の植被率の変化(イタドリ及びそれ以外の植物)

# 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

## b) イタドリ枯死後の植生の回復(注入時期による違い)

- 調査地区内のイタドリ及びそれ以外の植物の植被面積の割合をみると、6月に注入すると、イタドリ枯死後はイタドリ以外の植被が大きく回復している。
- 8月に注入すると、注入後10日程度で枯死が確認されたが、主な植物の生長期も過ぎていたため、注入1.5ヶ月程度後(9月調査時)でも裸地面積が広い状態が続いている。



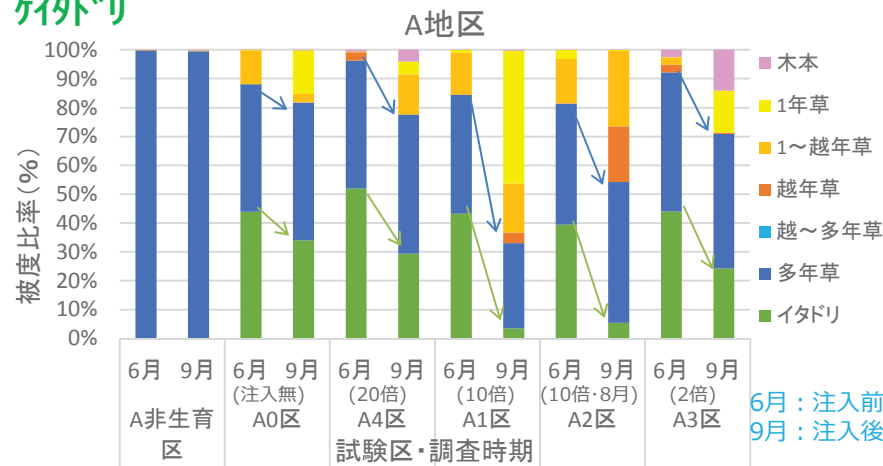


# 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

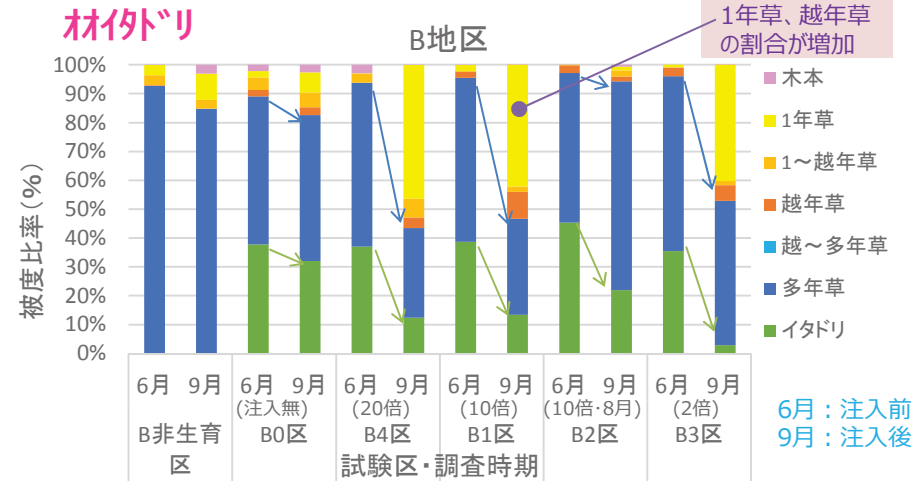
## c) イタドリ枯死後の群落の変化

- イタドリ非生育区では、1年草の割合が少なく多年草の割合が多い。
- 6月に注入した地区では、注入後の9月はイタドリが減少し1年草～越年草の割合が増加している。

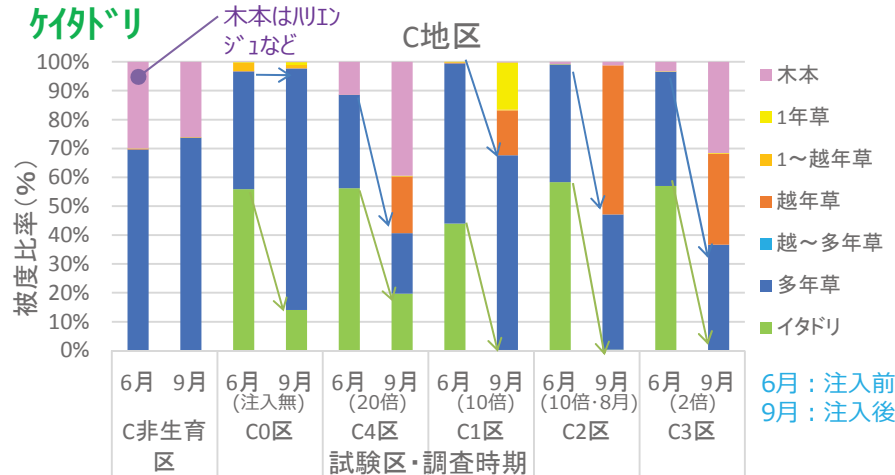
### ケイタドリ



### 材イタドリ



### ケイタドリ



茎注入実施試験区、茎注入非実施試験区及び非生育区の被度内訳平均

※被度百分率の中央値から算出

# 4. 試験・調査結果 (1) 除草剤の効果検証調査

## c) イタドリ枯死後の群落の変化



# 4. 試験・調査結果 (2) 除草剤の残留調査

## ① 土壌分析

- 除草剤注入当日には注入した全区でグリホサート（一部でアミノメチルリン酸）が検出されている。(表19)
  - 注入1週間後も、多くの地区では注入当日と同等かそれ以上の数値が検出されている。
  - 注入1ヶ月後は、1週間後の数値よりB試験地ではかなり高く、C試験地でも同等か高い。
  - また、除草剤を注入していないはずのB0、C0でもグリホサートが僅かに検出されているが、3ヵ月後には検出されていない。
- ⇒ 注入1ヶ月後に除草剤が検出されたため、3ヶ月後、4ヶ月後の調査を追加し、計7回調査を実施。

- 注入3ヶ月後には全ての地区で減少しているが、一部地区で検出されている。
  - 注入4ヶ月後ではB地区での検出は減少したが、C地区では3ヶ月後に検出されなかったC1地区で再度検出されている。
- ⇒ 注入個体に残留している除草剤が、時間の経過と共に土壤等に流出している可能性がある。

※赤字は作業員が誤って除草剤を地面に多量にこぼしたための異常値

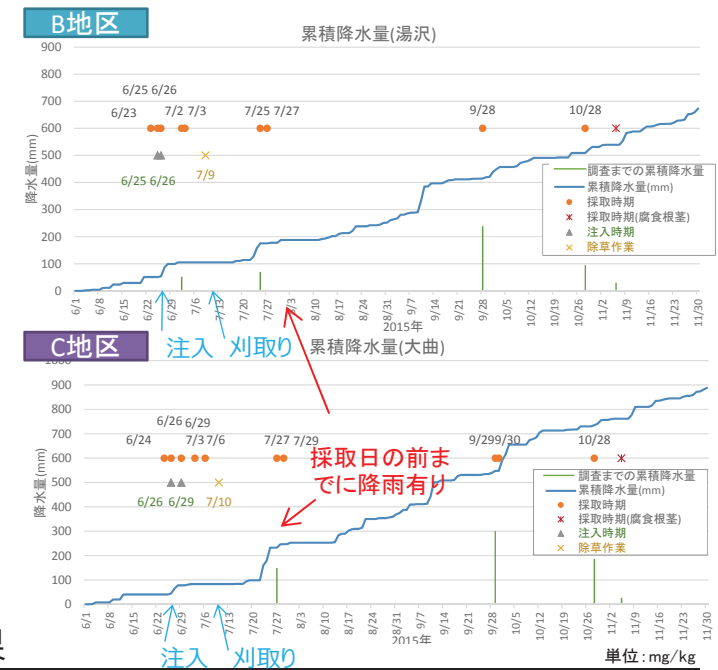


表19 土壌分析結果

試験区	サンプリング時期	注入前		注入当日		1週間後		1ヶ月後		3ヶ月後		4ヶ月後		5ヶ月後		
		6月23-24日		6月25-29日		7月2-6日		7月25-29日		9月29-30日		10月28日		11月26日		
		グリホサート	アミノメチルリン酸	グリホサート	アミノメチルリン酸	グリホサート	アミノメチルリン酸	グリホサート	アミノメチルリン酸	グリホサート	アミノメチルリン酸	グリホサート	アミノメチルリン酸	グリホサート	アミノメチルリン酸	
B試験地	B <sub>0</sub>	表層	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
		中層	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
	B <sub>1</sub>	表層	<0.01	<0.01	0.12	<0.01	0.14	<0.01	1.4	0.78	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
		中層	<0.01	<0.01	0.08	<0.01	0.05	<0.01	0.66	0.57	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
	B <sub>3</sub>	表層	<0.01	<0.01	0.27	<0.01	<0.01	<0.01	3.0	0.64	0.07	0.11	<0.01	<0.01		
		中層	<0.01	<0.01	0.21	<0.01	<0.01	<0.01	2.6	0.57	0.07	0.05	<0.01	<0.01		
	B <sub>4</sub>	表層	<0.01	<0.01	0.39	<0.01	0.03	<0.01	2.5	0.45	<0.01	<0.01	0.07	0.43		
		中層	<0.01	<0.01	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	8.4	0.62	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
C試験地	C <sub>0</sub>	表層	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
		中層	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
	C <sub>1</sub>	表層	<0.01	<0.01	0.20	<0.01	0.35	<0.01	0.65	0.51	0.02	<0.01	0.13	0.46		
		中層	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.19	<0.01	0.58	0.42	<0.01	<0.01	0.05	0.31		
	C <sub>3</sub>	表層	<0.01	<0.01	1.0	0.32	0.74	2.1	0.72	0.62	0.05	0.57	0.28	2.1		
		中層	<0.01	<0.01	0.71	0.24	0.28	1.0	0.37	0.57	0.02	0.29	0.21	1.4		
	C <sub>4</sub>	表層	<0.01	<0.01	100 ※	15 ※	0.04	0.17	0.58	0.92	0.01	0.16	<0.01	0.32		
		中層	<0.01	<0.01	20 ※	4.6 ※	0.03	<0.01	8.0	12.0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		

定量下限値: 0.01mg/kg

刈取り7/9(C), 10 (B)

## 4.試験・調査結果 (2)除草剤の残留調査

### ② 土壌分析(根茎の残留除草剤分析)

本試験の結果、根茎の腐食が確認されなかったことから、グリホサートが根茎まで到達しているか確認するため、根茎の残留除草剤分析を行った。

- 除草剤注入から約4ヶ月(2番区は約3ヶ月)が経過した刈取り個体の根茎について、残留除草剤の分析を行ったところ、A4,B1地区を除く全地区でグリホサートが検出されている。
- 全地区において、アミノメチルリン酸は検出されていない。これは、イタドリ根茎の中ではグリホサートの分解が緩慢なためと考えられる。(メーカーヒアリング結果)
- 地上部の刈取りの有無による残留除草剤の状況を確認するため、B地区の刈残し個体の根茎で分析を行ったところ、B3,B4地区の根茎でグリホサートが検出されている。

⇒ 地上部の除草の有無にかかわらず、除草剤注入個体では根茎までグリホサートが到達することが確認された。

希釈倍率低い  
(濃度高い)

表20 根茎へのグリホサートの残留濃度

希釈倍率	地区 (刈取り 個体)	11月5日	11月5日	地区 (刈取り 個体)	11月5日	11月5日	地区 (刈取り 個体)	11月5日	11月5日	地区 (刈残し個 体：追加 調査)	11月5日	11月5日
		グリホサート (mg/kg)	アミノメチルリン 酸 (mg/kg)		グリホサート (mg/kg)	アミノメチルリン 酸 (mg/kg)		グリホサート (mg/kg)	アミノメチルリン 酸 (mg/kg)		グリホサート (mg/kg)	アミノメチルリン 酸 (mg/kg)
2倍 (6月注入)	A <sub>3</sub>	0.12	<0.01	B <sub>3</sub>	0.07	<0.01	C <sub>3</sub>	0.16	<0.01	B <sub>3</sub>	0.06	<0.01
10倍 (6月注入)	A <sub>1</sub>	0.05	<0.01	B <sub>1</sub>	<0.01	<0.01	C <sub>1</sub>	0.4	<0.01	B <sub>1</sub>	<0.01	<0.01
10倍 (8月注入)	A <sub>2</sub>	0.02	<0.01	B <sub>2</sub>	0.01	<0.01	C <sub>2</sub>	0.09	<0.01	B <sub>2</sub>	<0.01	<0.01
20倍 (6月注入)	A <sub>4</sub>	<0.01	<0.01	B <sub>4</sub>	0.11	<0.01	C <sub>4</sub>	0.1	<0.01	B <sub>4</sub>	0.04	<0.01

希釈倍率高い  
(濃度低い)

## 4. 試験・調査結果 (2) 除草剤の残留調査

### ③ 土壌分析(刈残し個体の残留除草剤分析)

注入後時間と共に土壌中の除草剤濃度が上昇している要因を確認するため、試験区Bを対象に、刈残し個体の残留除草剤分析※を実施した。

- グリホサートは、すべての地点の葉、茎から検出され、葉と茎別の濃度を見ると、茎の方が高い値である。
- アミノメチルリン酸は、2倍希釈した個体の葉で0.15mg/kg検出されたが、残りは定量下限値未満である。

⇒ 除草剤注入個体の茎や葉には除草剤が残留すると考えられる。

※試料採取は、3ヵ月後の土壌分析のためのサンプリング時期に合わせて9月29日に実施した。

表21 グリホサートの残留濃度

分析項目	採取時期		分析対象	報告下限値	単位	無散布		10倍6月		10倍8月	2倍6月		20倍6月	
						B <sub>0</sub> 表層	B <sub>0</sub> 中層	B <sub>1</sub> 表層	B <sub>1</sub> 中層	B <sub>2</sub> 層	B <sub>3</sub> 表層	B <sub>3</sub> 中層	B <sub>4</sub> 表層	B <sub>4</sub> 中層
グリホサート	注入前	2015/6/24	土壌	0.01	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
グリホサート	注入当日	2015/6/26,29	土壌	0.01	mg/kg	<0.01	<0.01	0.12	0.08	-	0.27	0.21	0.39	0.12
グリホサート	1週間後	2015/7/3,6	土壌	0.01	mg/kg	<0.01	<0.01	0.14	0.05	-	<0.01	<0.01	0.03	<0.01
グリホサート	1ヵ月後	2015/7/27,29	土壌	0.01	mg/kg	0.04	<0.01	1.40	0.66	-	3.00	2.60	2.50	8.40
グリホサート	3ヵ月後	2015/9/29	土壌	0.01	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	0.07	0.07	<0.01	<0.01
グリホサート	3ヵ月後	2015/9/29	葉	0.01	mg/kg	-	-	0.09	0.03	1.7	0.19			
			茎	0.01	mg/kg	-	-	0.49	0.37	1.6	0.34			



試料のサンプリング状況



残った茎に水がたまっている

表22 アミノメチルリン酸の残留濃度

分析項目	採取時期		分析対象	報告下限値	単位	無散布		10倍6月		10倍8月	2倍6月		20倍6月	
						B <sub>0</sub> 表層	B <sub>0</sub> 中層	B <sub>1</sub> 表層	B <sub>1</sub> 中層	B <sub>2</sub> 層	B <sub>3</sub> 表層	B <sub>3</sub> 中層	B <sub>4</sub> 表層	B <sub>4</sub> 中層
アミノメチルリン酸	注入前	2015/6/24	土壌	0.01	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
アミノメチルリン酸	注入当日	2015/6/26,29	土壌	0.01	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
アミノメチルリン酸	1週間後	2015/7/3,6	土壌	0.01	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
アミノメチルリン酸	1ヵ月後	2015/7/27,29	土壌	0.01	mg/kg	<0.01	<0.01	0.78	0.57	-	0.64	0.57	0.45	0.62
アミノメチルリン酸	3ヵ月後	2015/9/29	土壌	0.01	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	0.11	0.05	<0.01	<0.01
アミノメチルリン酸	3ヵ月後	2015/9/29	葉	0.01	mg/kg	-	-	<0.01	<0.01	0.15	<0.01			
			茎	0.01	mg/kg	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01			

茎では希釈倍率が低いほど残留濃度が高い

分析方法 溶媒抽出ー誘導体化-HPLC法

## 4. 試験・調査結果 (2) 除草剤の残留調査

### ④ 水質分析

- 水質分析の対象としたA試験地では、殆どの試験区で定量下限値未満である。(対照区のA0で検出された0.005mg/Lのグリホサートが最大)
- 注入直後の降雨時にB2調査区内の表流水を集めて分析したところ、グリホサートは1.9mg/L、代謝物(アミノメチルリン酸)が0.026mg/L 検出されている。
- A試験地、B試験地共に、検出されたグリホサートの濃度は水道水質基準(2mg/L以下)を下回っている。



表23 水質分析結果

試験区	サンプリング時期	注入前の降雨後		注入後最初の降雨後		1ヶ月程度後の降雨後		2ヶ月程度後の降雨後		3ヶ月程度後の降雨後	
		期日	H27.6.28	期日	H27.7.19	期日	H27.7.31	期日	H27.9.11	期日	H27.10.2
【分析項目】		グリホサート	アミノメチルリン酸	グリホサート	アミノメチルリン酸	グリホサート	アミノメチルリン酸	グリホサート	アミノメチルリン酸	グリホサート	アミノメチルリン酸
A試験地	A <sub>0</sub>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	<0.001	<0.001
	A <sub>1</sub>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	A <sub>3</sub>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	A <sub>4</sub>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

定量下限値: 0.001mg/L

注入日: 6/29

試験区	サンプリング時期	注入前の降雨後		注入後最初の降雨後	
		期日	H27.7.23	期日	H27.8.18
【分析項目】		グリホサート	アミノメチルリン酸	グリホサート	アミノメチルリン酸
B試験地	B <sub>2</sub>	0.022	<0.001	1.9	0.026

定量下限値: 0.001mg/L

注入日: 8/17

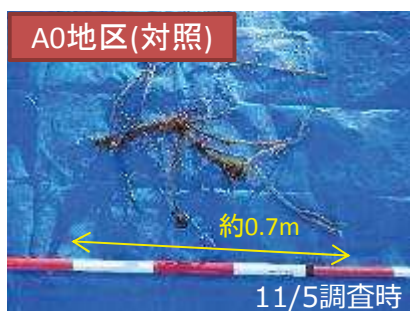
※水道水質基準 グリホサート(アミノメチルリン酸含む): 2mg/l  
 出典: 農薬類(水質管理目標設定項目 15)の対象農薬リスト(平成 27 年4月1日施行)

## 4.試験・調査結果 (3)堤防の土質変化確認調査

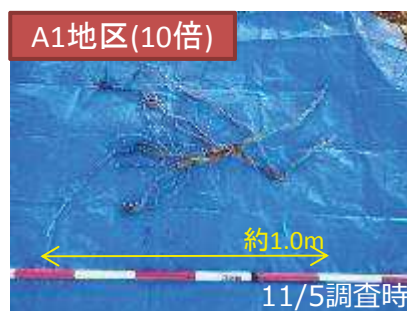
### ① 根茎腐食確認

- 注入個体の根茎を掘り上げたが、ケイタドリ、オオイタドリとも特に腐食している様子は確認されていない。
- 注入個体と正常個体（除草剤を注入していない個体）の根茎を比較観察したが、長さ、重さ、芽の数などで差異は認められない。
- 注入個体の根茎断面を観察したところ、一部で黒く変色しているのがみられたが、硬さや水分量に差異は認められない。

⇒今回の調査では、根茎を腐食させる効果の確認まで至らなかった。



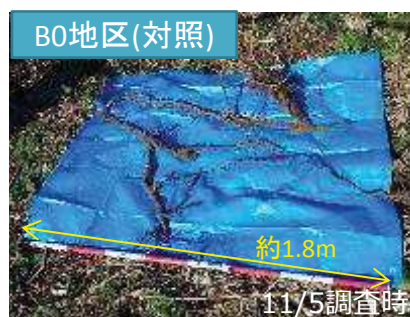
非注入個体(ケイタドリ)



注入個体(ケイタドリ)



根茎に出ている芽(ケイタドリ)



非注入個体(オオイタドリ)



注入個体(オオイタドリ)



根茎の断面(ケイタドリ)

## 4.試験・調査結果 (3)堤防の土質変化確認調査

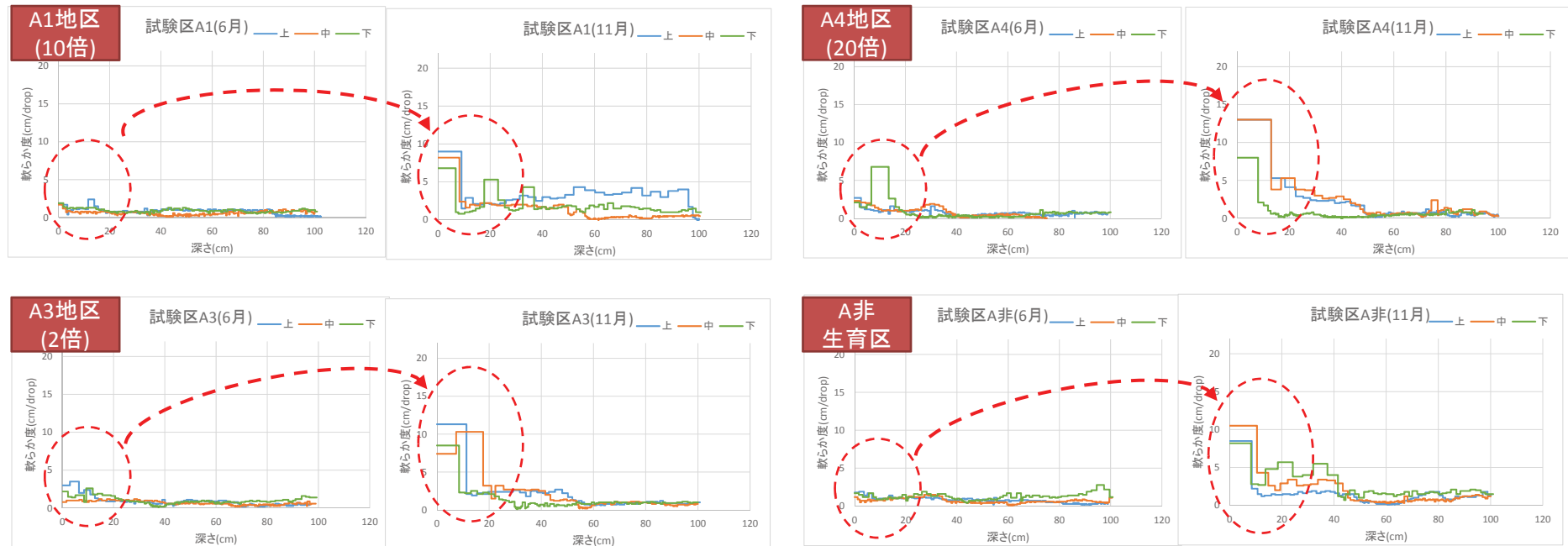
### ② 土壌硬度調査

- 注入試験前の6月と注入5ヶ月後の11月の結果を比較すると、すべての試験区のすべての調査区において、6月よりも11月の方が深さ20cm付近までの「柔らか度」※が高い。
- イタドリ非生育区でも同様に6月よりも11月の方が深さ20cm程度までの「柔らか度」が高いため、注入試験の有無による結果の差異はみられない。
- 6月、11月共に上部・中部・下部※<sup>2</sup>で値にかなりのばらつきがみられ、注入試験による土壌硬度への影響は不明である。

※ 柔らか度：長谷川式土壌硬度計 1 打撃による貫入量。

※<sup>2</sup> 各試験区ごとに堤防法面の上部、中部、下部の3箇所ですべての調査区において、6月よりも11月の方が深さ20cm付近までの「柔らか度」※が高い。

### イタドリ

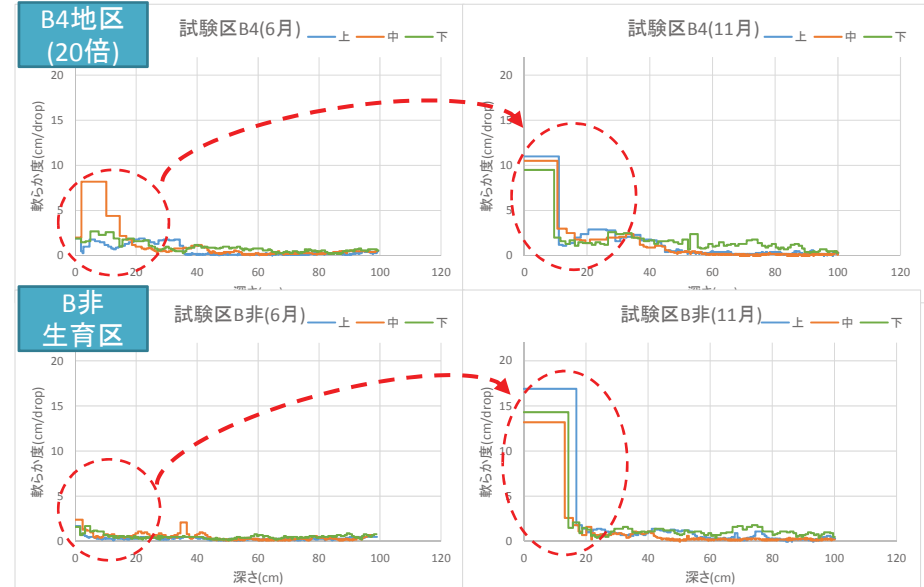
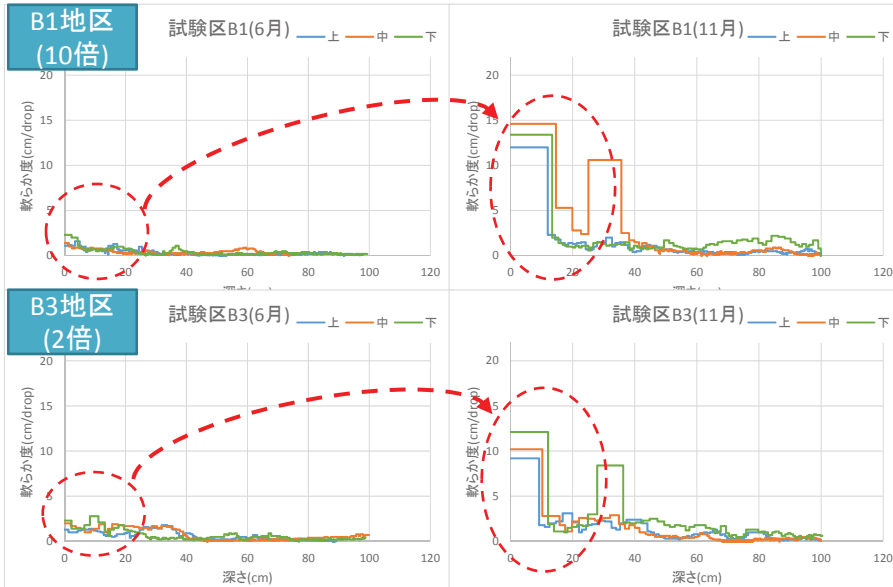


A試験地の土壌硬度測定結果

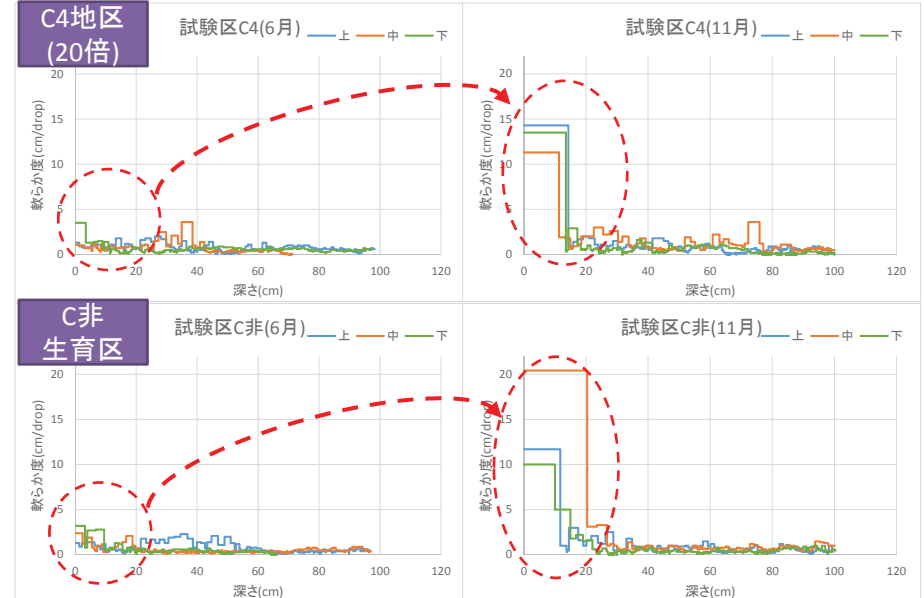
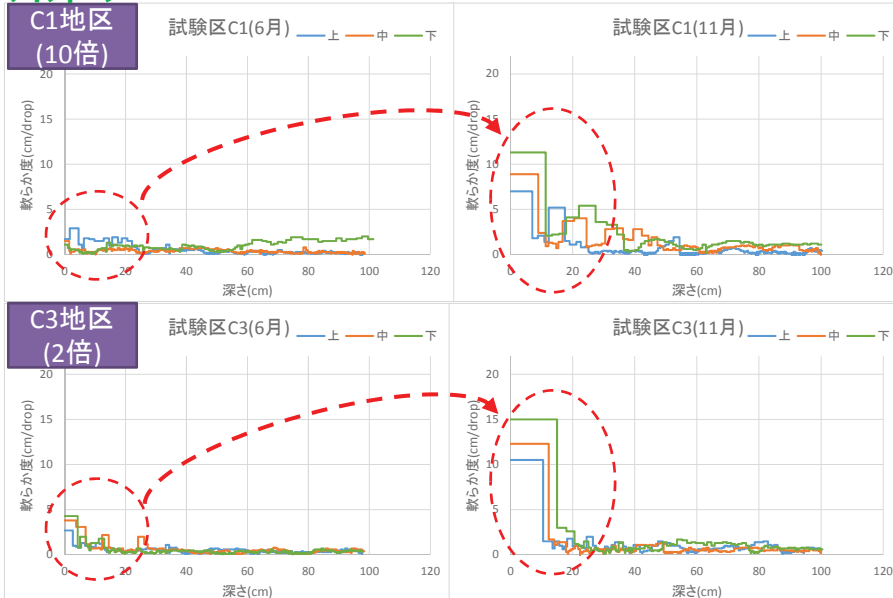


# 4. 試験・調査結果 (3) 堤防の土質変化確認調査

## 材外リ



## ケイ外リ



B、C試験地の土壌硬度測定結果

## 4.試験・調査結果 (4)先行試験モニタリング調査

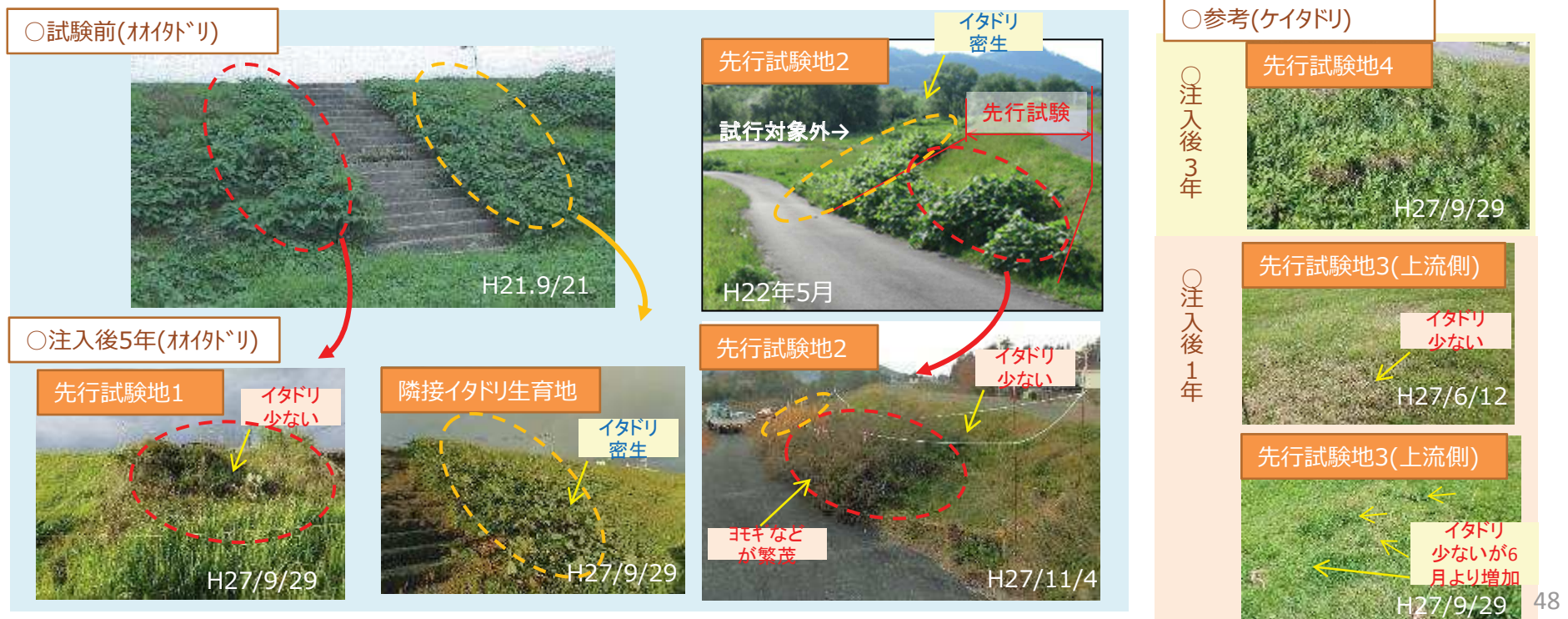
### ① 先行試験モニタリング：イタドリ再生確認

- 注入後5年の先行試験地1（オオイタドリ）では10株以上、先行試験地2（オオイタドリ）では7株のイタドリが確認され、中には高さ1.6～2.0mに達するイタドリも確認されている。
- しかし、隣接しているイタドリ生育地と比較すると、先行試験地1及び2のイタドリは低密度である。先行試験地1及び2の注入試験前の写真と比べても、イタドリの密度は低い状況である。

⇒注入後5年経過後も、オオイタドリの再繁茂を概ね抑制し密度を低下させる効果がみられる。

※先行試験地3、4は試験前の記録が無く比較できないため、結果は参考とする。

- 注入後3年の先行試験地4（ケイタドリ）では、8株のケイタドリが確認されているが、草丈は20～40cm程度。
- 注入後1年の先行試験地3（ケイタドリ）では、9月調査時は6月調査時より株数が増加。草丈は10～40cm程度。

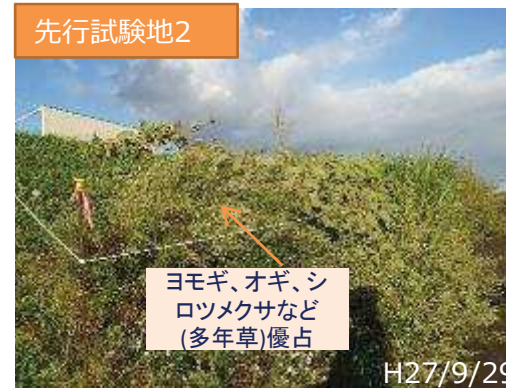
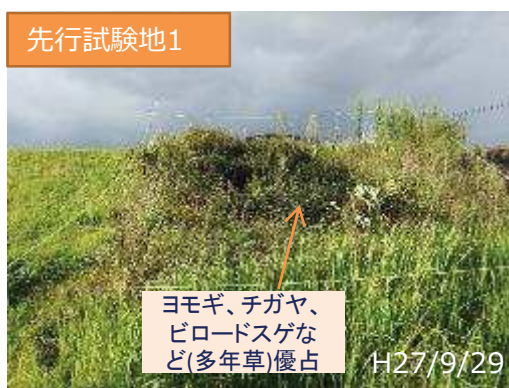


## 4.試験・調査結果 (4)先行試験モニタリング調査

### ② 先行試験モニタリング：植生復元確認

- 注入後1年及び3年の先行試験地3,4(ケイタドリ) は、1年生草本が優占する群落である。
- 注入後5年の先行試験地1、2 (オオイタドリ) は、オオイタドリのほかに多年草が優占する群落である。

○注入後5年(オオイタドリ)



○参考：注入後1年(ケイタドリ)



○参考：注入後3年(ケイタドリ)



※先行試験地3、4は試験前の記録が無いので、結果は参考とする。 49

## 4. 試験・調査結果 (4) 先行試験モニタリング調査

### ③ 先行試験モニタリング：土質変化確認

- 過年度に除草剤を注入した範囲に生育している個体の根茎を掘り上げたところ、特に腐食している様子は確認されていない。
- 除草剤を注入した地区と正常個体（除草剤を注入していない地区）の根茎と比較観察したが、長さ、重さ、芽の数などで差異は認められない。
- 先行試験地3（注入後1年）では、掘り上げた個体の根茎以外にも多くの根茎が確認され、除草剤により地上部の出現が抑制されるものの、根茎は残存している状況が確認されている。
- 土壌の硬さは、A～C試験地と同様の傾向であり、注入後時間が経過しても土壌硬度への影響は不明である。

○注入後5年(材外り)



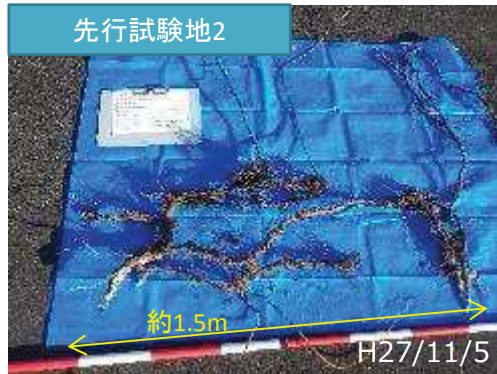
根茎の断面  
(オオイタドリ)

先行試験地2(イタドリ生育地)



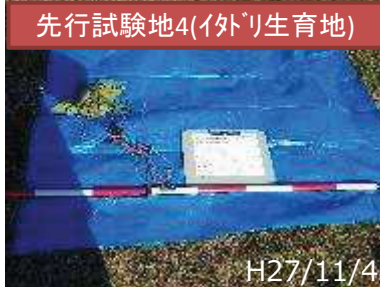
非注入個体(オオイタドリ)

先行試験地2



注入個体(オオイタドリ)

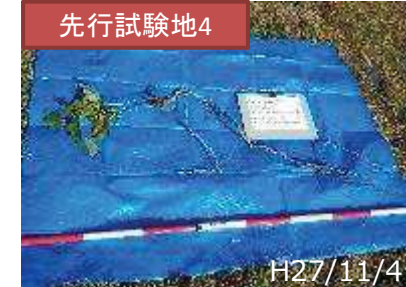
○参考：注入後3年(ケイタドリ)



非注入個体(ケイタドリ)

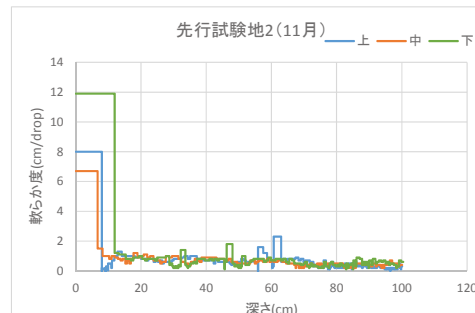
※先行試験地3、4は試験前の記録が無いいため、結果は参考とする。

先行試験地4



注入個体(ケイタドリ)

○参考：注入後3年(ケイタドリ)



土壌硬度試験結果

先行試験地3



掘り出す対象とした株以外のイタドリ類根茎(ケイタドリ)

## 5. 課題等の整理 【全体総括】

### (1) 除草剤の効果まとめ

項目	効果
除草剤注入による効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 除草剤注入によりイタドリ類の繁茂が抑制される</li> <li>◆ 今回の除草剤注入の試験条件では、半年では根茎の腐食には至らない</li> </ul>
希釈倍率による違い	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 注入する除草剤の希釈倍率が低いほど枯死が早い(2倍&gt;10倍&gt;20倍)</li> <li>◆ 希釈倍率20倍でイタドリの再繁茂が最も多いが、2倍ではイタドリだけでなく他の植物も再繁茂しにくい</li> <li>◆ 全ての希釈倍率において、ケイタドリでは開花はわずかであったが、オオイタドリでは除草しなかった個体の多くで開花を確認</li> </ul>
注入時期による違い	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 注入時期による枯死状況の差は無いが、時期が遅いと植生の回復も遅い</li> </ul>
除草剤の残留可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 刈残された個体の葉や茎で、分解されない残留除草剤を確認</li> <li>◆ 注入個体に残留している除草剤が、時間の経過と共に土壤等に流出している可能性がある</li> <li>◆ 注入する除草剤の希釈倍率が低いほど茎への残留濃度が高い</li> <li>◆ 水質でみると、水道水質基準(グリホサート(アミノメチルリン酸含む) : 2mg/L)を上回る値は検出されていない</li> </ul>
堤防の土質への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 今回の除草剤注入の試験条件では根茎の腐食には至っておらず、堤防の土質への影響は不明である</li> </ul>
効果の持続性	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 除草剤注入後5年程度経過しても、イタドリ類繁茂を抑制する効果は認められるが、土中にはイタドリの根茎が生存している</li> </ul>

## 5. 課題等の整理 【全体総括】

### (2) 課題

課題	
注入時期による継続的な効果検証に関する課題	<ul style="list-style-type: none"><li>● 8月に注入すると当年の植生回復が遅れ裸地の状況が続くため、どのような植生が復元されるかは次年度の春以降の確認が必要である。</li><li>● 6月注入調査区についても、次年度の春以降に、（再びイタドリが繁茂するのか、あるいは）どのような植生に置き換わるのか継続的な確認が必要である。</li></ul>
根茎が腐食せず生存する課題	<ul style="list-style-type: none"><li>● イタドリの抑制は図られるものの、今回の除草剤注入の試験条件では、半年では根茎は枯死しないため、再繁茂のリスクが残る。</li></ul>
除草剤溶出に関する課題	<ul style="list-style-type: none"><li>● 刈残された個体の葉や茎には分解されない除草剤が残留する。</li><li>● 注入法では、個体に残留した除草剤が、土壤中に溶出することが考えられる。</li></ul>
試験方法に関する課題	<ul style="list-style-type: none"><li>● 本年度は、先行試験結果を踏まえて、大規模な試験を実施したが、農薬の溶出や作業の効率性等、新たな検討課題が発生している。</li><li>● 次年度においては、試験規模を考慮しながら、本年度明らかになった課題解決に向けた検討を行う必要がある。</li><li>● その他、施工範囲を雨樋で囲い、除草剤注入範囲の水を集めることで、除草剤の拡散を抑制できる可能性も確認できたことから、除草剤を使用する際の前提条件として必要な環境保全措置についても検討が必要である。</li></ul>



1. 除草剤使用量・溶出を抑制する方法の検討
2. 根茎まで腐食させる方法の検討

## 5. 課題等の整理 【全体総括】

### (3) 注入試験により得られた結果

除草剤注入効果 ✓ 除草剤注入法によるイタドリ抑制の効果は認められる。

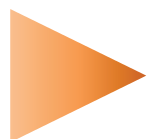
種による違い ✓ オオイタドリ、ケイタドリ共に同様の抑制効果が得られる。

希釈倍率 ✓ 効果は試験したすべての除草剤濃度で得られたが、コスト面、抑制効果の面から10倍の濃度が最適である。

注入時期 ✓ 6月に注入すると9月までにはイタドリ群落が別の群落に置き換わる。

効果の継続性 ✓ 先行試験区におけるイタドリの再繁茂状況を踏まえると、5年間は抑制効果が認められる。

その他 ✓ 各調査区から流出する水を捕捉する方法として雨樋を設置する方法が有効である。



希釈倍率10倍で開花・結実前に注入する方法が良い

## 6. 今後の方針 (1) 検討の方向性

### (1) 検討の方向性

今年度成果を踏まえて、試験する除草剤濃度はすべて10倍希釈とする。

### 1. 除草剤使用量・溶出を抑制する方法の検討

(検討の視点) ⇒ 作業時期等の工夫による使用量の抑制と他の使用方法による溶出抑制

- ・イタドリが地上に出現した直後の春先の作業を行うことで、除草剤使用量を抑制できないか
- ・通常除草で刈り取った後に作業を行うことで、除草剤使用量を抑制できないか
- ・イタドリの生育密度が疎な箇所で行うことにより、除草剤使用量を抑制できないか
- ・イタドリの抑制を図りつつ、除草剤使用量を抑制できる他の除草剤使用方法はないか。
- ・上記調査にあわせて土壌調査を実施し、土壌残留量及び溶出状況の確認を行う。

### 2. 根茎まで腐食させる方法の検討

(検討の視点) ⇒ 根茎の腐食に効果的な注入位置と必要除草剤量の確認

- ・注入位置を根茎に近づけることで根茎の腐食ができないか
- ・10倍希釈の除草剤をどの程度の量注入することで、イタドリの根茎まで腐食できるのか

### (モニタリング項目)

⇒ 植生調査、イタドリ枯死状況調査、土壌調査、水質調査、除草剤使用量・コスト調査