

## 녹화와 인간(IV)\*

-잡초를 활용한 제방 비탈면의 식생관리-

江崎次夫<sup>1)</sup> · 岩本徹<sup>1)</sup> · 염규진<sup>2)</sup> · 문진희<sup>3)</sup> · 전근우<sup>2)</sup>

## Revegetation and human(IV)\*

-The weed management of levee controlled the weed in the weed-

Ezaki Tsugio<sup>1)</sup>, Tohru Iwamoto<sup>1)</sup>, Kyu-Jin Yeom<sup>2)</sup>, Jin-Hee Moon<sup>3)</sup>  
and Kun-Woo Chun<sup>2)</sup>

### 요 약

제방 비탈면의 잡초관리는 상당한 노동력을 필요로 하기 때문에 풀베기 작업을 경감시키기 위해 일반 적으로 잡초라고 불리고 있는 식물을 활용하여 「잡초로 잡초를 제어한다」라는 개념 하에 연구를 추진 하고 있다.

제방 비탈면의 식생에는 ① 침식 및 붕괴방지, ② 풀베기 작업시의 작업성 등과 같은 식물자체에 요구 되는 조건, ③ 숲을 기본으로 한 농촌풍경의 향상·유지 및 ④ 걷기 편함 등이다. 황폐지나 제방 비탈면 의 우점종인 식물에 대하여 이 4가지 조건에 맞추어 검토를 실시한 결과, *Imperata cylindrica* Beauv., *Shibataea kumasaca* Nakai, *Sasaella kogasensis* Nakai var. *gracillima* S. Suzuki 및 *Hedera canariensis* Willd.가 이용 가능할 것으로 판단되었다.

### ABSTRACT

Farm working also needs most of the labor on the weed management of the levee. Then, the research which controlled the weed in the weed was promoted in order to reduce this weed management.

Required conditions for the levee vegetation from the viewpoint of the weed management are the following 4 points. ① the prevention of erosion and landslide. ② the improvement in the workability at the mowing. ③ the improvement and maintenance of the rural landscape. ④ the accessibility. Next, the plants becoming dominant species in devastated land and slope of river banks were compared through these 4 conditions, and the utility was examined. As the result, *Imperata cylindrica* Beauv., *Shibataea kumasaca*

\* 이 논문의 일부는 2003년도부터 농림기술관리센터에서 지원받은 농림기술개발사업 현장애로기술개발과제 (연구과제명 : 환경친화적 사방용 식생자루 개발)에 의해 진행되었음.

- 1) 日本, 愛媛大學 農學部 : Faculty of Agriculture, Ehime University, Matsuyama, Ehime 790-8566, Japan.
- 2) 강원대학교 산림과학대학 산림자원학부 : Division of Forest Resources, College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.
- 3) 강원대학교 대학원 임학과 : Department of Forestry, Graduate School, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

Nakai, *Sasaella kogasensis* Nakai var. *gracillima* S. Suzuki and *Hedera canariensis* Willd. seemed to be usable. Finally, weed management method for connecting for the reduction in the mowing work using these plants was presented.

*Key words* : levee, weed management, dominant species, mowing, prevention of erosion and landslide

## 서 론

제방의 잡초관리, 즉 일반적인 풀베기 작업은 상당한 노동력을 필요로 하지만, 농·산촌의 인구의 고령화와 인력부족으로 인해 대단히 어려운 상황에 놓여 있다. 일본의 경우 제방 비탈면의 풀베기 작업은 연간 6~8회 정도 실시되고 있지만, 이 작업을 절반 정도로 경감시킬 수 있다면 작업량이 대폭적으로 경감된다. 최근에 들어 중·산간 지역에는 농지정리에 따라 대규모의 제방 비탈면이 조성되어 개소 당 제방 비탈면의 면적이 증가하고 있지만, 이 지역은 특히 노동력 부족이 심각하여 이곳에 침입하는 잡초의 대책도 시급한 실정이다.

따라서 이 논문에서는 제방 비탈면에 침입하는 일반적으로 잡초라 불리는 식물을 효과적으로 활용하여 「잡초를 잡초로서 억제한다(江崎, 1995)」라는 개념 하에 이용 가능한 잡초를 선별하고, 그것을 활용함으로써 생태계에 가능한 한 부하를 주지 않을 뿐만 아니라(堀江, 1991; 小橋, 1989), 풀베기 작업의 횟수를 줄이기 위한 식생 도입 및 유지관리 방법에 대해 검토하였다.

### 제방 비탈면의 식생에 요구되는 조건

제방 비탈면의 식생에 요구되는 조건은 다음의 4가지를 들 수 있다.

#### 1. 제방 비탈면의 침식 및 붕괴 방지효과

잎의 면적이 넓고, 가지의 수가 많으며, 식생의 크기가 변화할 수 있어야 한다. 또한 생립밀도가

높고, 근계의 발달이 우수하며, 토양의 긴박력이 좋아야 한다.

#### 2. 식물자체에 요구되는 조건(土壤養分測定法委員會編, 1980; 山根, 1981)

묘포의 작물에 영향을 주지 않고, 풀베기 작업의 작업성이 높을 뿐 아니라 작업 시에 미끄러지지 않으며, 토지에 대한 요구도가 낮아야 한다. 또한 산성토양과 건조에 잘 견디고, 번식력이 왕성하며, 병충해에 강하고, 너무 크게 자라지 말아야 한다.

#### 3. 숲을 기반으로 한 농촌경관의 향상과 유지(えひめ地域環境研究會景觀分科會, 1993; Ezaki와 Imon, 1993)

지역 고유의 종으로 사계절을 느낄 수 있고, 꽃이 피야 한다.

#### 4. 걷기 편함

보행시의 발디딤 등을 들 수 있다.

위와 같은 조건을 만족하는 식생으로는 제방 비탈면이나 황폐지에 우점종으로 나타나는 벼과의 *Imperata cylindrica*와 *Miscanthus sinensis*를 들 수 있다. *Imperata cylindrica*는 面狀으로 퍼져 침식·붕괴에 강하지만, *Miscanthus sinensis*는 株狀으로 퍼지기 때문에 근원부 주변이 침식되기 쉽다. 또한 위의 조건을 만족하는 식생으로서는 길이가 그다지 크지 않는 조릿대 종류인 *Sasaella kogasensis*, *Shibataea kumasaca*와 재래종은 아니지만 옆면적이 넓은 *Hedera canariensis*를 들 수 있다.

## 이용 가능한 잡초

일반적으로 제방 비탈면에서 볼 수 있는 우점종 중에서 외관상 상기의 두 조건을 만족하는 잡초류에 대하여 다른 잡초의 제어, 耐浸蝕性, 근계량과 근계의 강도 등을 검토하였다.

### 1. 다른 잡초의 억제

식물을 제방 비탈면에 도입할 경우, 다른 잡초의 종자가 비산하여 발아하여도 생육을 저지해야 한다. 잡초 종자의 발아, 생육에는 상대조도가 최저 10%정도 필요(江崎, 1995)하므로 조도가 90% 감소하는 높이와 그 부근의 현존량에 대하여 검토하였다.

1) *Imperata cylindrica* : 식생이 곧게 서 있을 경우에 조도가 90% 감소하는 높이는 20~30cm정도이다. 이 경우 0~10cm와 최상부의 계층 현존량을 제외하면, 높이에 따른 변화는 그다지 나타나지 않았다. 그러나 식생이 기울어져 있는 경우에 조도가 90% 감소하는 높이는 기울어지지 않는 경우에 비해 높아 40~50cm정도이며, 이 높이의 현존량은 매우 높다.

2) *Miscanthus sinensis* : 조도가 90% 감소하는 높이는 30~40cm정도이다. 이 높이는 엽량이 증가하며, 광합성은 왕성하다.

3) *Hedera canariensis* : *Hedera canariensis*는 草丈 20cm 이하에서는 지표면의 상대조도가 0%가 되기 때문에 피복율이 100%가 되면 이론상 잡초류의 종자가 발아하여도 생육이 곤란하다.

4) *Sasaella kogasensis* : 조도가 90% 감소하는 높이는 30~40cm 정도이다. 이 계층의 엽량이 가장 많으며, 이 부근의 광합성이 가장 왕성하다.

5) *Shibataea kumasaca* : 조도가 90%

감소하는 높이는 50cm 정도이며, 엽량이 매우 많아지고 있다.

### 2. 耐浸蝕性

제방 비탈면에 *Imperata cylindrica*, *Shibataea kumasaca*, *Sasaella kogasensis* 및 *Hedera canariensis*를 식재하여 피도가 100%에 도달한 경우의 강우강도별 침식정도를 검토하기 위해 포트실험을 실시하였다. 자연강우를 이용한 모델실험을 42회 실시한 결과, 대조구의 토사유출량은 一降雨의 10분간 최대강우량의 약 2승에 비례하여 증가하는 경향(Ezaki 등, 1993)이 나타났으나, *Shibataea kumasaca*, *Sasaella kogasensis*, *Hedera canariensis* 및 *Imperata cylindrica*를 식재한 시험구에서는 시간강우량 100mm까지는 거의 토사가 유출되지 않았다.

따라서 제방 비탈면에 *Imperata cylindrica*, *Shibataea kumasaca*, *Sasaella kogasensis* 및 *Hedera canariensis*를 도입할 경우, 피도가 100%에 도달하면 통상의 자연강우에서는 표면 침식이 발생하지 않을 것으로 판단되었다.

### 3. 근계량

각 식물의 현존량에 대한 조사결과는 표 1과 같다. 깊이 40cm까지의 총근계량은 *Imperata cylindrica*, *Shibataea kumasaca*, *Sasaella kogasensis*, *Miscanthus sinensis* 및 *Hedera canariensis* 순이었으며, 종류에 따라서는 뿌리의 길이가 크게 차이가 나타났지만, 전체적으로는 삼나무, 편백 등의 임분에 생육하고 있는 것보다는 길다는 것이 판명되었다. 또한 전체 근계의 길이 중에서 지하경이 차지하는 비율은 *Sasaella kogasensis*, *Imperata cylindrica*, *Miscanthus sinensis*, *Shibataea kumasaca*의 순이었다. 뿌리의 무게는 *Shibataea kumasaca*가 4.099g/0.4m<sup>2</sup>으로 가장 무거웠고, 이어서 *Miscanthus sinensis*, *Imperata cylindrica*, *Sasaella kogasensis* 및 *Hedera canariensis* 순이었다. 이와 같은 경향이 나타난

것은 *Shibataea kumasaca*와 *Sasaella kogasensis*는 목질부가 많은 식물이기 때문이며, 또한 *Miscanthus sinensis*와 *Imperata cylindrica*는 초본식물이지만 전자와 마찬가지로 비교적 긴 지하경을 갖고 있기 때문이라고 생각된다. 즉, 이러한 순서에는 각 종의 형태적 특성이 나타난 것으로 판단된다. *Imperata cylindrica*, *Miscanthus sinensis*, *Shibataea kumasaca*, *Hedera canariensis* 및 *Sasaella kogasensis*는 지상부와 지하부가 크고, 제방비탈면의 사용되고 있는 *Zoysia japonica*, Tifton 328에 비해 근계가 깊게 침입하기 때문에 표면 침식에 따른 표층붕괴 방지기능도 높다고 할 수 있다(세住, 1997). 또한 근계가 깊게 침입한다는 것은 여름철의 건조에 비교적 강하다는 것을 의미하는 것으로 제방 비탈면용 식생에 요구되는 조건을 만족하고 있는 것으로 판단된다.

#### 4. 식생의 근계강도

##### 1) 1차근의 강도

제방 비탈면에 주로 침입하여 생육하는 식물에 대하여 지금까지의 지상부의 생육량, 지하부의 근계량(물질현존량) 및 특성조사 결과(江崎, 1995; 江崎 등, 1997a)로부터 제방 비탈면에 이용 가능한 식생으로 *Imperata cylindrica*, *Shibataea kumasaca*, *Sasaella kogasensis* 및 *Hedera canariensis*가 유효할 것으로 판단되었다. 따라서 제방 자체의 강도에 크게 영향을 미치는 것으로 판단되는 근계의 인장강도에 대하여 앞에서 언급한 이용가능 식생과 현재 최북단의 북해도로부터 최남단의 오키나와까지 제방 비탈면의 보호공법에 이용되고 있는 *Zoysia japonica*, Tifton 328을 사용하여 1차근의 인장강도시험(江崎 등, 1997b; 陶山과 原, 1985)을 실시하였다.

표 1. 식생의 현존량

종 류	초장 (cm)	생립본수 (본/㎡)	지상부 무게 (g/㎡)	지하부 무게 g/0.4㎡	근계길이 m/0.4㎡	T/R률
<i>Imperata cylindrica</i> (도복형)	65	525	1,498	998	1,094	1.50
<i>Imperata cylindrica</i> (직립형)	100	680	1,110	1,733	2,415	0.64
<i>Miscanthus sinensis</i>	165	252	1,372	2,095	1,075	0.65
<i>Hedera canariensis</i>	50	108	1,720	900	405	1.91
<i>Shibataea kumasaca</i>	180	515	6,360	6,520	1,800	0.98
<i>Sasaella kogasensis</i>	50	1,112	1,135	1,387	1,562	0.82
<i>Zoysia japonica</i>	10	6,910	888	597	3,153	1.49
Tifton 328	15	13,660	1,222	682	3,020	1.79

표 2. 종류별 총 하중의 계산표(1×1㎡, 깊이 40cm당)

종 류	1차근 범위의 최대하중(g)	평균 (g)	1차근의 길이 /평균 길이(본)	총최대하중 (kg)
<i>Imperata cylindrica</i>	60.39~15127.33	462.58	27,593	12,764
<i>Shibataea kumasaca</i>	35.62~3755.90	7580.67	22,352	169,474
<i>Hedera canariensis</i>	34.00~15127.33	596.22	4,715	2,811
<i>Sasaella kogasensis</i>	43.35~1149.08	1895.31	27,840	52,765
Tifton 328	152.83~1248.40	700.62	34,629	24,262
<i>Zoysia japonica</i>	144.77~634.40	390.59	51,195	19,996

실험결과, 인장강도와 굴취 직후의 직경 사이에는 *Zoysia japonica*, Tifton 328, *Imperata cylindrica*, *Shibataea kumasaca*, *Hedera canariensis*, *Sasaella kogasensis* 및 *Sasa palmata* 모두 0.001% 수준에서 최대하중과 직경 간에 높은 상관관계가 인정되었다. 즉 직경이 큰 근계가 많으면 인장강도도 커지는 것으로 판단되었다. 따라서 표 1에 나타난 1차근의 직경 내의 하중과 1차근의 평균 길이로 전근계장을 나누어 평균근수를 산출하여 1×1m의 깊이 40cm까지의 총 하중을 계산한 결과는 표 2와 같다.

## 2) 근계 전체의 강도

근계의 지지력을 측정하기 위해 간편하여 운반이 용이할 뿐 아니라 이론값에 가까운 정확한 데이터를 얻을 수 있는 측정기계를 시행착오를 반복하면서 독자적으로 개발하였다(江崎, 1995; 江崎 등, 1997a). 이 기계를 이용하여 현재 제방 비탈면에 이용되고 있는 *Zoysia japonica* 및 Tifton 328의 인장강도를 조사한 결과, *Hedera canariensis*보다는 약간 강하지만, 다른 5종류보다는 약할 것이라는 당초에 예측하였던 결과를 얻었다(그림 1). 특히 전국의 제방 비탈면의 우점종인 *Imperata cylindrica*는 *Zoysia japonica*보다 상회하여 그 이용성은 매우 높은 것으로 판단되었다.

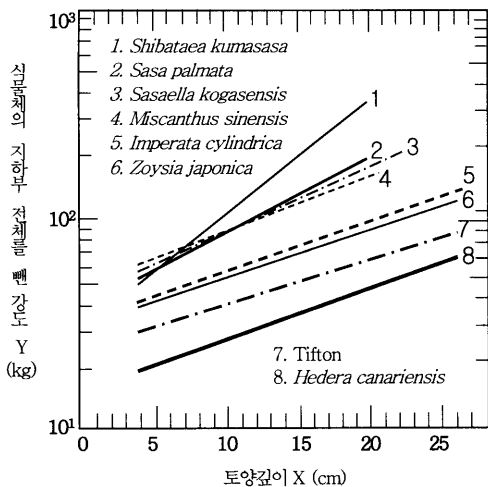


그림 1. 토양 깊이에 따른 종류별 근계의 인장강도

근계가 존재하고, 또한 근계 자체의 강도가 증가하면 인장강도가 급격하게 증가하는 것은 분명하며, 식물의 근계 인장강도가 강할수록 집중호우나 홍수 시의 표면침식이나 표층붕괴에 강하기 때문에 이 연구성과는 이제까지의 제방관리를 식생측면에서 재평가하는 중요한 판단재료가 될 것으로 사료된다.

## 제방 비탈면에 이용 가능한 식생의 생육특성

내경 46cm, 높이 50cm의 대형 포트에 화강암 풍화토인 마사토를 충전한 후, 토양경도 20mm가 되도록 다지고 *Shibataea kumasaca*, *Sasaella kogasensis* 및 *Hedera canariensis*는 25주/m<sup>2</sup>, *Imperata cylindrica*는 50주/m<sup>2</sup> (채취품)를 2002년 5월 20일에 각각 식재하여 생육특성을 조사하였다.

### 1. *Shibataea kumasaca*

*Shibataea kumasaca*는 25주/m<sup>2</sup>를 식재하였다. 식재한 시기(5월 25일)가 발아시기(6월 29일)에 비하면 다소 빠르지만, 조사지는 군락형성지로 직사광선이 지표면에 도달하지 않기 때문에 지온의 상승이 늦어지는 원인이 되어 발아로부터 신장성장 이후 개엽을 시작하는 2주간 후인 7월 15일에는 거의 개엽하였다. 도입지의 피도는 7월 25일의 조사에서 37% 정도로 최고치를 나타내고 있는 것으로 보아 *Shibataea kumasaca*는 7월 중·하순에 개엽이 완료되는 것으로 판단되었다.

### 2. *Sasaella kogasensis*

*Sasaella kogasensis*도 25주/m<sup>2</sup>를 식재하였다. *Sasaella kogasensis*는 5월 20일 도입 시에는 발아 및 개엽이 종료되었으며, 피도는 47% 정도로 *Shibataea kumasaca*에 비하면 높지만, 이후에는 점차 감소하는 경향이 나타났다. 이러한

경향은 *Shibataea kumasaca*보다 낮은 추이며, 그 원인은 *Shibataea kumasaca*와 *Sasaella kogasensis*의 형태적인 차이와 포트묘에 의해 발아가 낮았던 것에 기인하는 것으로 판단되었다.

### 3. *Hedera canariensis*

도입 수는 25주/m<sup>2</sup>로 80% 정도의 초기피복이 나타난 것은 포도성 식물의 특징이 나타난 것으로 조기에 높은 피도를 확보할 수 있다는 것을 의미한다. 생육 그 자체가 직접적으로 피도의 향상에 관여하고, 또한 점유면적도 확대된다는 것을 의미하며, 엽질도 짙고 두꺼워 군락의 아래쪽에 도달하는 광량을 억제하는데에 적합하다고 할 수 있다.

### 4. *Imperata cylindrica*

*Imperata cylindrica*는 50주/m<sup>2</sup>를 식재하였다. 식재 당초의 피도는 0%였지만, 6월 하순~7월 하순에 걸쳐 왕성한 신장생장을 개시하여 7월 25일에는 피도가 9% 정도로 초기군락을 형성하기 시작하여 9월에는 31%, 10월 하순에는 45% 정도로 향상되었다. 이는 8월 하순~10월 하순에 30% 정도의 피도가 향상된 것을 의미하며, 葉莖數의 증가 및 신장생장이 왕성했던 것을 예상할 수 있다. 성장휴지기인 11월 25일에는 평균 50%의 피도를 나타내었다.

### 5. *Imperata cylindrica*의 생육과정(江崎 등, 2000; 2001a; 2001b; 2002)

#### 1) 신장생장

식재당시 1개월 정도는 신장생장이 나타나지 않았으나, 6월 하순부터 7월 상순에 걸쳐 신장생장을 개시하여 7월 25일의 측정된 평균 葉莖高는 17cm로 도입당시의 5.5배 정도의 신장증가를 나타내었다. 또한 채취시의 평균 葉莖高와 도입당시의 調整苗高를 비교하면 3.5~4.5배 정도 증가하여 도입 이후 *Imperata cylindrica*는

비교적 순조롭게 신장생장을 하고 있었다.

#### 2) 현존량의 추이

도입당시에 있어서 포트(m<sup>2</sup>당) 내의 평균 지상부 중량(절건중)은 6g/m<sup>2</sup>였고, 채취시는 44.63~122.70g/m<sup>2</sup>이었다. 이는 당초의 중량에 비해 6.4~19.4배 증가한 것으로 포트의 배치와 토양 조건의 약간의 차이가 영향을 미친 것으로 추측되며, 이러한 점으로 보아 도입 이후의 비배관리가 중요하다고 생각된다. 일반적인 채취시험지 1m<sup>2</sup>당의 총별 현존량(1,100~1,500g)에 비해 I 시험구는 122.70g/m<sup>2</sup>, II 시험구는 105.72g/m<sup>2</sup>로 도입초년도의 군락형성 초기상태로서는 나쁘지 않은 수치라고 생각되며, 향후 시비관리에 따른 군락의 질적인 향상을 계산하면 조기에 고도의 *Imperata cylindrica* 군락으로 이행될 것으로 추측된다.

#### 3) 성립밀도의 추이

포트의 도입수량은 150본/1.92m<sup>2</sup>이었으며, 채취시의 성립본수는 506~592본으로 당초에 도입한 수에 비해 2.4~2.7배 정도 증가한 것이다. 생산구조를 조사한 重信川 제방 비탈면이 있어서 5개 군락의 1m<sup>2</sup>당 생립본수 분포는 410~770본이었으며, 포트시험의 결과는 단순한 군락을 형성하고 있는 지역의 성립본수와 큰 차이가 나타나지 않았다. 단순군락을 형성하고 있는 것과의 차이는 葉莖高 및 지상부의 현존량에 의한 것이다. 그러나 생립밀도가 1,000~1,500본/m<sup>2</sup>의 군락도 있기 때문에 밀도적으로는 한층 향상될 것이다.

### 6. 2년차의 생육

*Hedera canariensis*의 2002년 12월 피도는 85%였지만, 2003년 4월 이후에 순조롭게 생육하여 7월의 피도는 100%에 달하였으며, 그 후 12월의 채취조사시점까지는 그 상태를 유지하였다. 따라서 *Hedera canariensis*의 경우 조기에 비탈면을 피복하다는 점에서는 제방 비탈면 식생으로서의 조건을 갖추고 있는 것으로 판단되었다.

2003년 12월에 채취한 *Imperata cylindrica*는 4월부터 순조롭게 생육하여 8월의 조사시에는 피도가 65%에 달하였으며, 12월 채취조사에서는 95%에 달하였다. *Imperata cylindrica*가 이와 같이 2년차에 들어 현저한 생육을 나타낸 것은 1년차의 성장휴지기까지 근계가 충분히 발달하였기 때문이라고 판단된다.

7. 채취조사 결과

2성장기를 거친 4종류의 채취조사 결과는 표 3과 같다.

*Shibataea kumasaca*, *Sasaella kogasensis*, *Hedera canariensis* 및 *Imperata cylindrica* 모두 피도의 변화는 1년차에 비해 2년차가 현저하게 성장한 것을 관찰할 수 있었으며, 채취조사결과 그것이 증명되었다. 즉, *Imperata cylindrica*는 2년 만에 제방 비탈면의 *Imperata cylindrica* 군락에 근접한 밀도에 도달하였으며, 현존량도 70~80%에 도달하였다. 그리고 *Shibataea kumasaca*, *Sasaella kogasensis* 및 *Hedera canariensis*는 밀도 및 현존량 모두 충분히 생육한 식재군락의 50~70%에 달하였다.

이상의 결과로부터 2년만에 비탈면 전체를 회복하는 데에는 *Imperata cylindrica*와 *Hedera canariensis*는 밀도적으로는 충분하며, *Shibataea kumasaca*와 *Sasaella kogasensis*는 시비를 하거나 도입본수를 늘이는 것이 필요하다.

식생의 풀베기와 재생

풀베기의 시기는 식재 후의 재생량과 풀베기의 횟수에 직접 관계하기 때문에 매우 중요하다. 따라서 각 식물의 생육에 대하여 주로 생육면에서 검토하기 위해 성장기인 5월 이후 풀베기를 실시하였다.

1. *Imperata cylindrica*

高井시험지의 재생 값을 보면, 초장은 6월 하순 이후, 본수는 9월 이후, 중량은 7월 상순 이후에 재생 이전의 값을 밑돌았다. 이상을 재생률 면에서 분석하면, 중량의 변화가 가장 크고, 이어서 초장, 본수의 순이었으며, 이들 3항목 간에는 본수의 변동이 가장 작았다. 또한 중량, 초장의 재생률은 7월 하순이 되면 50% 이하로 현저하게 저하하였다. 따라서 풀베기의 시기는 재생초장, 중량에 중점을 두어 판단할 때 高井시험지의 첫번째 하에작업은 7월 하순 이후가 타당하다고 할 수 있다(그림 2~4).

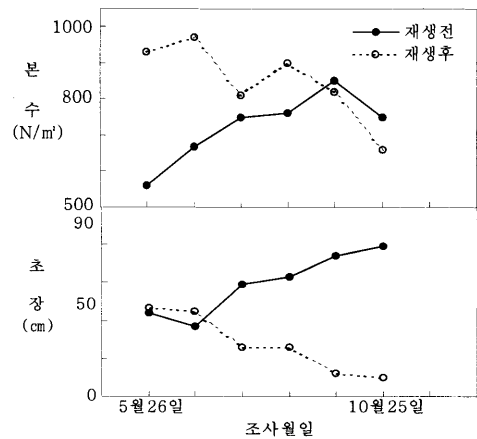


그림 2. 高井 *Imperata cylindrica*의 초장 및 본수

표 3. 채취조사 결과

종 류	근원경 (mm)	간고(장) (cm)	근 장 (cm)	본 수 (본/m²)	지상무게 (g/m²)	지하무게 (g/m²)
<i>Shibataea kumasaca</i>	2.7	38.6	67.5	315	420.0	807.5
<i>Sasaella kogasensis</i>	1.6	20.6	59.5	550	212.5	297.5
<i>Hedera canariensis</i>	8.3	28.9	68.5	50	837.5	387.5
<i>Imperata cylindrica</i>	4.6	65.0	38.7	1,250	1,090.0	910.0

\*주 : 수치는 모든 포트의 평균값

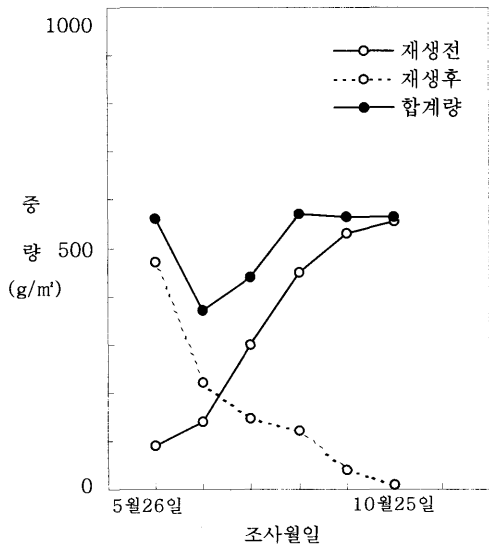


그림 3. 高井 *Imperata cylindrica*의 질량 변화

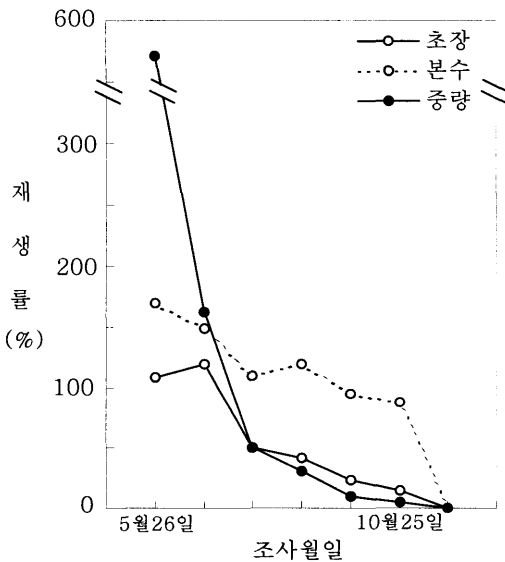


그림 4. 高井 *Imperata cylindrica*의 재생률

田窪試驗地の 재생 값은 초장이 7월 하순 이후, 본수는 8월 중순 이후, 중량은 7월 중순 이후가 각각 재생 이전의 값보다 낮았다. 이상을 재생률로 분석하면, 중량의 변화가 가장 크고, 이어서 초장, 본수의 순으로 3자 간에는 본수의 변동이 가장 작았으며, 7월 하순이 되면, 중량, 초장의 재생률은 70%대로 현저하게 저하하였다. 이

상으로부터 재생초장, 중량에 중점을 두어 판단할 때 田窪試驗地の 첫번째 풀베기도 7월 하순이 바람직하다고 생각된다(그림 5).

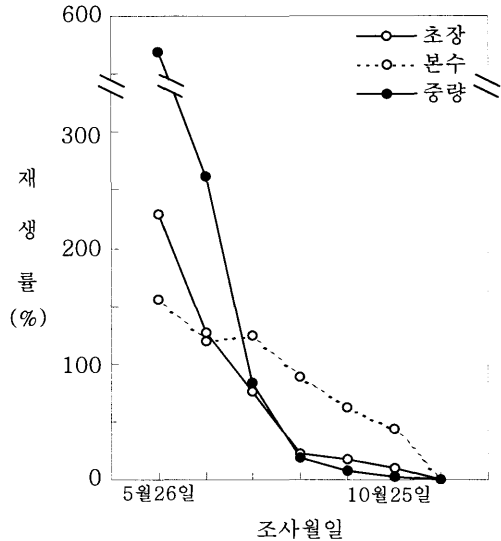


그림 5. 田窪 *Imperata cylindrica*의 재생률

## 2. *Shibataea kumasaca*

순이 나기 이전 및 도중에 근원부터 풀베기 작업을 실시하였을 경우는 대부분 풀베기 작업 이전의 상태 내지 그 이상으로 재생하지만, 순이 난 이후 근원부터 풀베기 작업을 실시하였을 경우는 재생하지 않는다. 이 경우도 재생방법으로는 순을 남겨 그 부분에서 발아시키는 방법이 있지만, 이 경우에도 순의 숫자를 어느 정도 남기고 풀베기를 실시하는가에 따라 그 후의 재생률이 달라지게 된다. 지금까지의 실험결과로부터 적어도 2~3마디 정도는 남겨두는 것이 바람직하다고 생각된다.

## 3. *Sasaella kogasensis*

지면의 풀베기 작업이 폐쇄군락까지 이르기까지는 2~3개월이 필요한데 비해 정부의 풀베기 작업은 1개월 정도면 폐쇄군락에 도달할 수 있



다. 이는 제방 비탈면용 식생으로써 이상적인 특성을 가지고 있는 것으로 생각된다.

이상은 제방 비탈면 등에서 군락을 형성하고 있는 경우이다. 신규로 제방 비탈면에 도입한 경우에는 일반적인 식물과 같이 잡초류와 경합하지 않는 것이 중요하기 때문에 봄철의 성장개시 직전이 바람직하다. 이 밖에 경관면, 관리면, 현재의 제방 비탈면에 생육하고 있는 종류의 확대를 도모하는 경우 등에 따라 풀베기 시기를 검토해야 할 것이다.

## 구체적인 도입 및 관리방법

지금까지의 내용을 기본으로 하여 제방 비탈면에 고유의 종을 이용한 구체적인 식생의 도입 및 관리방법을 제안하면 다음과 같다.

### 1. 도입방법

#### 1) *Imperata cylindrica*

제방 비탈면에 새롭게 *Imperata cylindrica*를 도입하는 경우, 현지에서 채취한 지상부 및 지하부 모두 5cm 정도의 것을 사용하여 식재밀도를 50주/m<sup>2</sup> 정도로 하면, 3년 정도에 면적으로나 질적으로도 거의 목적으로 하는 *Imperata cylindrica* 군락이 형성된다. 또한 거의 같은 일이 잡초지에 도입한 경우에서도 가능하다. 지금까지의 조사결과로부터 확대방향은 사면상부, 하부, 상류측 및 하류측 별로 거의 차이는 인정되지 않았으며, *Imperata cylindrica*를 제방 비탈면에 도입하는 경우, *Shibataea kumasaca*, *Sasaella kogasensis* 등과 같은 방향성은 고려하지 않아도 된다.

한편, 관리상의 문제로 *Imperata cylindrica*의 경우, 가을에 전체가 시들기 때문에 시들기 직전에 근원부터 풀베기 작업을 실시할 필요가 있다. 그러면 겨울의 건조시기에 화재 걱정이 없어지고, 동시에 봄철의 발아도 대단히 빨라져 일석이조이다.

#### 2) *Shibataea kumasaca*

신규 제방 비탈면에 도입할 경우에는 시판되고 있는 포트 묘 16~25주(포트)/m<sup>2</sup>, 그리고 잡초지에 도입할 경우에는 잡초를 제거한 후에 신규 조성 비탈면과 같이 도입하지만, 25주(포트)/m<sup>2</sup> 이상이 바람직하다.

지금까지의 조사결과에 의하면 *Shibataea kumasaca*의 경우, 사면상부 및 하부와 하류측 및 상류측에서 그 확산속도나 밀도가 다르다. 따라서 식재간격은 사면상부 및 하부방향 1에 대하여 하류측 및 상류측 방향 2~3의 비율로 실시하는 것이 바람직하다.

도입 이후의 취급은 풀베기 작업을 실시할 경우, 순이 나기 이전이면 근원부터 실시하여도 상관없지만, 순이 난 이후는 마디를 2~3마디 남기고 실시하지 않으면 새 싹이 생기지 않기 때문에 주위가 필요하다.

#### 3) *Sasaella kogasensis*

*Sasaella kogasensis*도 같은 죽세류이기 때문에 도입방법 및 취급방법은 기본적으로는 *Shibataea kumasaca*와 같아 문제는 없을 것이라고 생각된다. 즉, 신규 조성 비탈면에 도입할 경우에는 시판되고 있는 포트 묘를 16~25주(포트)/m<sup>2</sup>, 잡초지에 도입할 경우에는 잡초를 제거한 후, 신규 조성비탈면과 같이 포트 묘를 16~25주(포트)/m<sup>2</sup>정도 도입하는 것이 좋으나 이상적으로는 25주(포트)/m<sup>2</sup> 이상이 바람직하다.

#### 4) *Hedera canariensis*

*Hedera canariensis*의 경우도 신규 조성비탈면에 도입할 경우에는 시판되고 있는 포트 묘를 16~25주(포트)/m<sup>2</sup>, 잡초지에 도입할 경우에는 잡초를 제거한 후, 신규 조성비탈면과 같이 포트 묘를 16~25주(포트)/m<sup>2</sup>정도 도입하는 것이 좋으나 이상적으로는 25주(포트)/m<sup>2</sup>이상이 바람직하다.

지금까지의 조사결과에 의하면 *Hedera canariensis*는 사면상부로의 확산이 가장 적기 때문에 식재시에는 이를 고려하여야 한다.

이상을 정리하면, 표 4와 같다.

표 4. 도입 및 그 후의 관리방법

종 류	식재밀도 (주·포도/m <sup>2</sup> )	식재간격 필요여부	관 리 방 법
<i>Imperata cylindrica</i>	49 (147아)	없다	가을에 지상부에서 채취한다. 풀베기를 실시하면 이듬해의 발아가 빠르다.
<i>Shibataea kumasaca</i>	16~25 (36)	있다	순이 나기 전에 풀베기를 하며, 이후는 순을 2~3 마디 남기고 실시한다.
<i>Sasaella kogasensis</i>	16~25 (36)	있다	풀베기는 순이 나기 이전에 실시하며, 이후에는 실시하지 않는다.
<i>Hedera canariensis</i>	16~25 (36)	있다	특히 건조에 주의가 필요하다.

\* 주 : *Imperata cylindrica* 이외의 ( )안의 숫자는 제방 비탈면은 아니지만, 별도로 조사한 결과이다. 경비적면에서 가능하면, 이 밀도에 접근하는 것이 바람직하다.

## 2. 유지 관리상의 주의점

*Imperata cylindrica*는 가을에 시들기 때문에 근원부터 풀베기 작업을 실시할 필요가 있다. 이는 겨울의 화재를 방지하고, 동시에 봄의 이른 시기부터 왕성한 성장을 기대할 수 있다.

*Shibataea kumasaca*는 순이 나기 전까지 근원부터 실시하면 그 후의 성장에는 전혀 영향을 미치지 않는다. 稈高의 관계로 풀베기가 필요한 경우에는 이 시기가 가장 적합하다. 다만, 풀베기의 적기가 매우 짧기 때문에 대면적에 걸쳐 실시할 경우에는 주도면밀한 준비가 필요하다. 순이 난 이후에는 기본적으로 풀베기는 피해야 하지만, 반드시 필요한 경우에는 마다를 2~3마디 남기고 실시하지 않으면, 신엽이 생기지 않기 때문에 주위가 필요하다.

*Sasaella kogasensis*는 *Shibataea kumasaca*와는 달리 발이 난 이후의 풀베기는 순을 남겨도 신엽이 나지 않기 때문에 풀베기를 실시할 경우에는 순이 나기까지 실시할 필요가 있다. 다만, *Shibataea kumasaca*와 같이 신장 성장이 왕성하지 않은 경우는 그다지 풀베기가 필요가 없을 것으로 판단된다.

*Hedera canariensis*는 신장생장은 문제가 없을 것으로 생각되므로 목적으로 하는 지역 이외로 신장했을 경우에만 풀베기를 실시하면 문제는 생기지 않을 것이다.

또한, 피도가 100%에 도달하여도 경우에 따라서는 禾本科의 식물이 성장하는 일이 있으므로 이 때에는 인력으로 제거하거나 약제를 산포하여야 한다.

## 결 론

풀베기 작업은 기계의 발달에 따라 종래에 비하면 상대가 되지 않을 정도로 경감되었으나 종래보다 1개소의 제방 비탈면 면적이 증대된 것도 사실이다. 이전부터 「농업=풀베기」라고 할 정도로 제방의 식생관리에는 많은 시간과 노력을 들여왔다. 따라서 잡초를 유효하게 활용한다고 하는 관점에서 제방의 식생관리를 생각할 시기가 되었다고 생각한다.

이러한 점에서 *Imperata cylindrica*는 벼와 같은 벼과이기 때문에 병충해가 발생할 경우 연쇄적으로 확대할 위험성을 가지고 있다. 이 때문에 *Imperata cylindrica*를 단독으로 도입하지 말고 몇 종류를 함께 도입하는 것이 위험성을 분산시킬 수 있고, 생태적인 면에서도 바람직하다.

## 인용문헌

1. 江崎次夫. 1995. 堤防のり面の雜草類の利用

- に関する研究. 研究報告書: 139pp.
2. 江崎次夫・全權雨・井門義彦. 1997a. チガヤの根系の引っ張り強さ. 第36回日本雑草學會講演要旨集: 218-219.
  3. 江崎次夫・全權雨・井門義彦. 1997b. 堤防のり面に導入したチガヤ根系の現存量. 第36回日本雑草學會講演要旨集: 228-229.
  4. 江崎次夫・岩本徹・河野修一・藤久正文・田中明・中島勇喜・幸喜善福・全權雨・井門義彦・松田健太郎名. 2000. 海岸砂丘地に侵入したチガヤの生育. 第39回日本雑草學會講演要旨集: 168-169.
  5. 江崎次夫・井門義彦・河野修一・井上章二・岩本徹・全權雨・松田健太郎. 2001a. チガヤの生育及ばす成長抑制劑の影響. 第40回日本雑草學會講演要旨集: 48-49.
  6. 江崎次夫・井門義彦・藤久正文・井上章二・岩本徹・全權雨・松田健太郎. 2001b. チガヤの生育及ばす成長抑制劑の動向. 第40回日本雑草學會講演要旨集: 50-51.
  7. 江崎次夫・岩本徹・河野修一・藤久正文・全權雨. 2002. チガヤ生育地の土壤pHと土壤硬度. 第41回日本雑草學會講演要旨集: 182-183.
  8. 堀江保夫. 1991. 治山技術展望 -緑化技術の流れと今後の課題-. 林業技術 592: 10-12.
  9. 陶山正憲・原敏男. 1985. 樹草根系による斜面安定化機構に関する研究(I). 96回日林論: 643-644.
  10. 山根一郎. 1981. 耕地の土壤學. 農山魚村文化協會: 73-97.
  11. 小橋澄治. 1989. 綠化工學の展望. 綠化工技術 14(1): 18-25.
  12. えひめ地域環境研究會 景觀分科會. 1993. 現代の景觀は何が問題か. Research Group of Region and Environment un Ehime(REE) 1: 11-18.
  13. 刈住昇. 1997. 樹木根系図説. 誠文堂新光社: 136-138.
  14. 土壤養分測定法委員會編. 1980. 土壤養分分析法. 養賢堂. 123-124.
  15. Tsugio EZAKI and Yoshihiko IMON. 1993. Revegetation of River Environments Utilizing Kind of Weeds. Proceedings of the International Symposium '93 on Desion of Amenity: 22-23.
  16. Tsugio EZAKI *at el.*. 1993. Effect of covering materials on growth of tree and herbaceous plant. Sino-Japanese Symposium on Applications of Mulching Material for Soil and Water Conservation: 35-47.