

日本 九州大 新캠퍼스 개발지구에 적용된 開發毀損地의
原生林 復元技術에 관한 考察

박 종 민¹⁾

¹⁾ 전북대학교 농과대학 산림과학부(농업과학기술연구소)

The Restoration Technique of Native Forest Resources on the
Development Land applied in the New Campus of
Kyushu University, Japan

Park Chong-min¹⁾

¹⁾ Faculty of Forest Science(IAST), Chonbuk National University, Chonju, Korea

ABSTRACT

The restoration techniques of large disturbed land containing native forest resources and soil animals were investigated on the new campus area of Kyushu University in Japan. Important techniques to restore native forest and biodiversity in that area are transplantation of existing large trees, transplantation of the forest soil, transplantation of native tree stools, and the reuse of wood and bamboo chips. The benefits can be obtained by using these methods. Firstly, the native genetic resources that would be discarded as part of the land development can be reused. Secondary, the time taken to become a high growth forest as opposed to the practice of planting saplings or grass seeds can be reduced. At last, the native forest ecosystem containing various under-story vegetations and soil animals can be conserved and regenerated. In addition, big and small ponds were constructed in the biodiversity preservation zone to preserve rare plants, rare animals, and native aquatic animals. And these plants and animals were transplanted and moved to ponds.

Key words : *biodiversity preservation, transplantation, large trees, forest soil, tree stools*

I. 서 론

자연환경의 보존과 인간의 편익을 위한 개발은 항상 대립되는 현상인데, 그것은 개발이란 곧 자연환경 파괴의 결과이기 때문이다. 즉, 산림을 대상으로 한 모든 개발사업은 개발부지

내에 존재하는 자연식생과 동물의 서식처를 파괴하며, 식물과 토양 속 생물체의 다양성을 감소시키고, 시각적으로는 자연경관을 훼손하는 결과를 초래한다. 따라서, 최근에는 지속가능한 개발의 개념이 대두되고, 개발과 보존이 공존할 수 있는 합리적이고 이상적인 방안을 도출

하는 것이 미래의 과제가 되고 있다.

한편으로는 개발로 인한 자연환경 파괴의 영향을 완화시키는 방법으로서 개발 이후에 훼손지와 개발부지 내의 공간을 대상으로 녹화와 조경을 실행한다. 그런데, 종래의 녹화 및 조경공사는 개발의 상층을 치유하는 소극적이고 중속적인 행위로서 시행되었으며, 그 공법에 있어서도 개발 이전의 현지 자연식생 또는 원식생과 무관하게 설계·시공되어 왔다. 특히, 녹화·조경공사에 있어서 원생지의 하층식생과 토양생물 등은 관심의 대상조차 되지 못하였다.

최근에는 부지정지를 할 때에 표토를 채취하여 일정한 장소에 보관하였다가 개발 후 녹화·조경공사에서 식재기반용 토양으로 이용하는 방법이 연구·실행되는 예가 있다. 또 주변의 자연식생과 유사한 식생도입을 통한 생태적 녹화·조경공사가 새롭게 시도되고 있다. 우리나라에서도 신공항, 고속도로, 산업단지, 댐 건설 등 대규모 개발사업을 시행할 때에 훼손지 내의 주요 식생을 굴취하여 일정한 장소에 가식해 주었다가 사업 완료 후 조경·녹화공사 또는 주변 생태공원 조성 등에 사용하는 사례가 점차 증가하고 있다.

시민의 주거환경을 유지하고 동식물의 서식장소를 확보하며 향토의 경관을 복원한다는 목표를 가지고 개발훼손지에 주위삼림의 임상과 유사한 잡목림을 조성한 사례가 일본에서 보고된 바 있다. 시공지는 東京都 日野市에 있는 토지구획정리사업 시행지구로서 토지구획정리사업은 1966년에 착공하여 1982년에 준공되었다. 사업지구에는 약 8ha의 도시녹지가 조성되었으나 사업준공 시점에서는 수목이 거의 없는 나지상태가 되고 말았다. 그래서 1983년부터 1984년까지 사업지구의 神明上 제6녹지·제10녹지·제11녹지, 東豊田 녹지보전지역 등을 대상으로 “인접하여 남아 있는 잡목림과 일체화한다”는 목표를 설정하고 5,435㎡에 묘목식재와 포트묘 식재를 통해 새로운 잡목림의 조성에 성공한 사례이다(龜山 章, 1996)

그러나, 아직도 원생지의 하층식생과 토양생물까지를 고려한 복원공법에 대한 연구와 시공

사례는 거의 없는 실정이다. 앞으로의 녹화·조경공사에서는 사람의 생활환경 조성 이외에도 향토경관을 복원하고 동식물이 생식(生息)할 수 있는 장소를 확보한다는 목표를 지향해야 할 것이다.

따라서, 본 연구는 개발 훼손지의 상층 및 하층식생을 포함하고 토양생물까지를 고려하여 원식생을 복원하기 위한 일련의 시공사례를 소개하고, 그 효과를 고찰함으로써, 우리나라에서 원식생과 토양생물까지를 고려한 훼손지 복원기술이 더욱 적극적으로 연구·활용되는 데에 기여하기 위한 것이다.

시공사례지는 日本 福岡市 주변에 위치한 구주대학교의 새로운 캠퍼스 개발지구로서 구주대학의 홍보자료와 “International Joint Seminar on Forest and Forest Products Science(2002)”에서 Takao Setsu 교수의 발표자료를 참고하였고, 현지 답사(2002. 1. 11)를 통해 그곳에서 시행되고 있는 원식생 복원기술을 고찰하였다.

II. 결과 및 고찰

1. 삼림 원식생 복원전략의 개요

일본 구주대학은 현재의 福岡市の 도심에 3개 지구로 분산되어 있는 캠퍼스를 서쪽 약 18km 거리에 위치한 구릉지대로 이전하여 종합 캠퍼스를 조성하는 계획을 추진하고 있다. 새로운 캠퍼스 부지의 총면적은 275ha로서 다양한 식생으로 구성되어 있다. 즉, 폐기된 농경지가 41%, 죽림지가 23%, 삼나무 등의 침엽수 인공림이 16%, 천연 삼림지가 16%, 기타 토지가 4%를 차지하고 있다. 천연 삼림지(상록 참나무림과 낙엽활엽수 혼효림)와 침엽수 인공림은 보존 또는 보호가 필요한 다양한 삼림식생과 동물들의 서식처가 되고 있다. 전체 부지의 토지이용계획은 275ha의 가운데서 170ha를 개발하고 나머지 105ha는 녹지로 보존할 계획이다. 그리고 전체 부지는 4개 공구로 나누어 순차적으로 개발할 계획이며, 현재는 새로운 캠퍼스 부지의 중심에 위치한 50.5ha가 1공구사업으로 개발되고 있다. 그런데, 제1공구의 토지개발을

추진하는 과정에서 다음과 같은 문제에 봉착하게 되었다.

- ① 능선부를 따라 분포하고 있는 상록 참나무숲과 낙엽 혼효림 등의 천연림이 토지개발로 인해 대부분 파괴된다.
- ② 부지정지 후에 조기녹화를 필요로 하는 광대한 성토비탈면이 발생된다.
- ③ 개발 후에 남은 105ha의 녹지 대부분이 죽림, 방치된 과수원과 농지 등 비자연적인 식생이다.

이와 같은 문제에 직면하여 조성된 부지와 성토비탈면에 현지의 천연림 식생을 재생시키려는 시도를 하게 되었다. 즉, 토지개발에 의해 손실되어 버릴 천연 삼림자원을 이용하여 녹지보존구역의 식생의 질을 향상시키기로 하였다. 따라서, 다음과 같은 천연 삼림식생 복원 기술을 도입하게 되었다. 그리고, 이 복원 프로그램을 통해 새로운 캠퍼스 부지의 최소 32%에 해당하는 지역을 숲으로 조성할 계획이다.

2. 개발훼손지 천연 삼림식생의 이용과 이식기술

현재 개발이 진행중인 제1공구 내에서 삼림원식생 복원을 위해 실행되었거나 실행되고 있는 기술은 4가지로서, 그 내용은 다음과 같다.

1) 교목 이식공법

개발 훼손지 내에 자라고 있는 3,000그루 이상의 활엽수 교목 중에서 135그루를 선발하여 전정하지 않고 수관을 유지한 채 녹지보존구역 내에 있는 방치된 토지와 대나무 벌채지에 이식하였다. 이식한 나무의 수종은 모밀잣밤나무(*Castanopsis cuspidata*), 후박나무(*Machilus thunbergii*), 종가시나무(*Cyclobalanopsis glauca*), 상수리나무(*Quercus acutissima*), 그리고 갈참나무(*Quercus aliena*)이다. 이식방법은 3m×3m 크기의 양날식 bucket을 장착한 자주식 power shovel로 굴취하여 식재지로 운반하여 식재하였다.

이와 같이 뿌리분을 크게 한 것은 수관부 손상을 방지(활착촉진)하고 하층식생, 토양 중의 종자, 토양생물 등을 함께 이식하여 주요 교목뿐만 아니라 복층구조의 삼림식생 발달을 촉진

하는 효과를 거둘 수 있기 때문이다. 이와 같은 교목 이식방법은 우리 나라에서 일반적으로 행해지고 있는 교목 이식방법-근주 주변의 부식이 있는 표토를 제거하고 수목의 크기에 맞는 규격대로 단근하고 뿌리분을 짓는 방법-과는 확연히 대비된다.

교목이식작업은 사전에 뿌리돌림과 같은 번거로운 작업의 필요성, 이식후의 잦은 고사현상, 이식후의 생육불량 현상이 일어나는 경우가 많기 때문에 식생복원공사에서는 기피하는 경향이 있다. 그러나, 대형 굴취 및 운반장비를 적절히 조합한 이식작업의 기계화를 통해 뿌리분을 여유 있게 굴취할 수 있고 신속하게 운반할 수 있으므로, 이러한 교목이식공법에 있어서도 이식후의 활착 및 생육이 양호하다(小橋 등, 1992).

2) 삼림표토(林床) 이식공법

개발 훼손지 내의 주연부에 있는 약 0.8ha의 삼림표토가 약 1.35ha의 성토비탈면에 이식되었다. 이 성토비탈면은 계곡의 시점부에 조성된 것으로서 생물종다양성 보존지구로 지정되어 있다. 이 공법의 개요는 성토비탈면을 안식각 이내로 안정적으로 조성하고 편평하게 다듬은 후에 그 비탈면 표면에 훼손지 원삼림의 표토층을 옮겨 붙이는 것이다. 삼림표토의 채취와 이식방법은 삼림 표토층을 가로 1.5m×세로 1.5m×높이 30cm 크기로 블럭을 지어서 표토 이식용으로 고안된 power shovel을 이용하여 성토비탈면으로 운반하여 안착시키는 것이다. 한편, 삼림표토를 이식한 생물종다양성 보존지구에는 시공 후의 식생변화를 모니터링하기 위한 시험구도 설정되어 있다.

이 공법을 사용함으로써 토양 중에 있는 무척추동물·미생물·매장종자와 현존 하층식생 등을 포함한 林床生態系 전체가 토양의 물리적 교란 없이 이식될 수 있다. 이 공법을 “Eco-unit method”라고 하는데, 천연림을 조기에 능률적으로 발달시키는 데에 효과적인 방법이다. 이 공법을 통해 결과적으로 성토비탈면은 비탈면 조성이 끝난 뒤에 바로 천연 목본식물로 피복

될 것으로 기대된다.

이 방법은 임상(林床)이 그대로 옮겨지는 것으로서 우리 나라에서 일부 사용되고 있는 표토 재활용 공법인 수목을 완전히 제거하고 유기물과 표토를 채취·저장하였다가 식재기반 조성에 활용하는 방법보다 훨씬 발전된 공법이다.

3) 천연수목의 그루터기(根主) 이식공법

천연수목 중에서 1,206본의 그루터기를 채취하여 생물종다양성 보존구역에 조성된 성토비탈면에 이식되었다. 대상 수종은 맹아력이 강한 모밀잣밤나무(*Castanopsis cuspidata*), 종가시나무(*Cyclobalanopsis glauca*), 먼나무(*Ilex rotunda*), 소귀나무(*Myrica rubra*), 그리고 상수리나무(*Quercus acutissima*) 등이다. 시공방법은 위 수종의 지상부를 50~60cm 높이에서 절단한 다음 그 그루터기를 일정한 장소에 모아 심어 두었다가 발근과 맹아발생 상태가 양호한 것부터 성토비탈면에 이식하는 것이다.

이와 같은 천연수목 근주 이식공법은 활착력이 뛰어나고 맹아지의 성장도 양호하여 성토비탈면의 식생조성 측면에서 묘목 식재나 초류 파종방법에 비해 고목립 형성에 소요되는 시간을 단축할 수 있다. 또한, 이 공법은 작업과정에서 특수한 조경기술을 필요로 하지 않기 때문에 비용면에서도 훨씬 경제적이다. 이 근주이식공법은 생육식물의 recycle에 의한 녹화공법의 일종으로 소개된 바 있으며, 또 다른 이점은 토지개발의 한 부분으로서 폐기될 수 있는 원생지의 천연 유전자원을 삼수, 멀칭재료, 퇴비 등으로 재이용할 수 있다는 것이다(小橋 등, 1992).

절·성토 비탈면을 속성녹화하기 위해 지금까지 사용되어 온 일반적인 공법은 외래 초류의 종자를 파종하는 것이다. 이보다 조금 발전된 공법도 외래 초류와 자생 초·목의 종자를 혼파하거나, 개발 훼손지 주변의 자연식생과 같은 식물종의 종자를 혼파하는 것이다. 그러나, 이러한 공법을 통해서도 천연 삼림식생으로 발달될 때까지 오랜 기간이 소요되는 문제점이 있다.

4) 목재 및 대나무 chip의 재활용

베어지는 모든 나무와 대나무를 파쇄하여 개발지역 안에서 토양피복 재료로 재활용하고 있다. 제1공구 개발지역에서만 해도 16,000m³의 칩을 만들어 사용하고 있다. 칩 피복을 통해 표토의 침식 방지, 개발지역 안에서의 잡초발생 억제, 식재지 토양의 수분 증발 억제, 경관향상, 부식 후 유기질 시비 등의 효과를 거둘 수 있다.

현재 근주이식을 하고 칩으로 피복한 성토비탈면에 대해서는 근주 이식목의 맹아가 성장하여 초류와 하층식생의 피압피해를 받지 않을 시기에 이르면 천연식생을 파종·식재하여 복층구조의 원생지 식생구조로 유도·발달시킬 필요가 있다고 판단된다.

3. 기타 생물종다양성 보존계획

1) 희귀 식물 보존계획

삼림지역을 유지시킨다 하더라도 개발부지 내에 있는 생물종다양성은 잃게 될 것이므로, 희귀종과 보호대상종 등의 보존을 위한 노력을 집중하고 있다. 그 목표를 달성하기 위하여 12.5km에 이르는 삼림 주연부와 하천을 따라 10m² 크기로 방형구를 만들어 출현하는 모든 식물종이 조사되었다. 그 결과 398종의 식물이 출현하였는데, 그 가운데 약 30%는 5~10개 지점에서만 출현하였다. 따라서, 만일 이 종들이 개발지역 내에서 발견되면 그 개체들은 녹지보존구역으로 이식되었다. 또한, 몇 가지 습지식물은 특수하게 제작된 파워셔블을 이용하여 1m 깊이로 진흙을 포함한 채로 블록을 지어 이식되었다.

2) 희귀 동물 보존계획

수서동물(水棲動物) 특히 향토성이 있는 도롱뇽의 보존을 위해서 녹지보존구역 안에 작은 웅덩이를 여러 개 만들고 태양열 집진 시스템으로 작동하는 전기모터를 이용하여 샘물을 공급하고 있다. 도롱뇽의 알, 새끼, 어미들이 개발지역에서 포획하여 이들 웅덩이에 옮겨졌다. 또한, 송사리, 자라, 민물새우 및 기타 수서동물들

을 보호하기 위해서 큰 웅덩이도 여러 개 만들어졌다.

4. 생태계 보존을 위한 시민활동

이상과 같은 삼림 원식생 복원 및 생물종다양성 보존을 위한 프로젝트에는 구주대학의 자체노력 이외에도 시민 자원봉사자와 학생들이 많이 참여하고 있다. 예를 들면 한 시민단체는 새로운 캠퍼스 지역에서 매달 삼림 보조활동을 수행하고 있으며, 다른 시민 그룹은 수서동물을 모니터링하고 있다. 또한, 캠퍼스 개발지역 주변의 초등학생들은 직접 도토리를 수집하여 참나무류의 묘목을 기르고 있다. 그렇게 해서 길러진 묘목은 언젠가는 새로운 캠퍼스에 심어져서 숲으로 자랄 것이다. 지역주민의 일부와 젊은 세대들에 기반을 둔 이러한 자원봉사활동들은 대학 측에서 보존에 대립한 개발의 딜레마를 해결하기 위하여 협동조직을 육성하는데 대단한 기회를 제공하게 될 것이다.

IV. 결 론

대규모 개발 훼손지의 상층 및 하층식생을 포함하고 토양생물까지를 고려한 훼손지 복원 기술이 적극적으로 연구·활용되는 데에 기초 자료를 제공하기 위하여 일본 구주대학 신 캠퍼스를 대상으로 삼림 원식생 복원공법의 시공사례를 소개하고, 그 효과를 고찰하였다.

사례지에서 토지개발에 의해 손실되어 버릴 천연 삼림자원을 이용하여 녹지보존구역의 식생의 질을 향상시키기 위한 복원공법은 주요 수목의 교목 이식공법, 삼림표토(임상) 이식공법, 근주 이식공법, 목재 켄 멀칭 등이다. 이와 같은 공법들을 시공함으로써 첫째 토지개발의 한 부분으로서 폐기될 수 있는 원생지의 천연 유전자원을 재이용하고, 둘째 묘목 식재나 초류

파종방법에 비해 교목림 형성에 소요되는 시간을 단축하고, 셋째 다양한 하층식생과 토양동물을 포함한 본래의 삼림생태계를 그대로 재생·복원하는 효과를 거둘 수 있다.

이 외에 개발지역 내의 희귀 동·식물과 향토성이 강한 수서동물을 보존하기 위해 생물종 다양성 보존지구를 설정하고 크고 작은 웅덩이들을 조성하여 이들을 이식 또는 이주하고 있다. 또한, 해당 대학뿐만 아니라 지역주민 단체와 어린이들이 자원봉사자로 참여하여 본 프로젝트의 완성을 위해 공동으로 노력하는 것도 중요한 사항이다.

인 용 문 헌

- 九州大學. 2002. 九州大學 新 Campus 用地 見學會資料. pp.15
- 龜山 章. 1996. 雜木林の 植生管理-生態と 共生の 技術-. SOFT SCIENCE. Tokyo. p. 184-192.
- 福岡市土地開發公社. 2001. 九州大學 新 Campus 綜合移轉事業 造成工事(I 工區)概要. pp. 8.
- 小橋澄治·村井·龜山 章. 1992. 環境綠化工學. 朝倉書店. 東京. p.146-149.
- Kyushu University. 2001. 九大廣報. 17. p. 9~21.
- Takao Sets. 2002. Programs for the conservation of forest resources in the development of new Kyushu University Campus. "International Joint Seminar on Forest and Forest Products Science(2002)". Organized by faculty of agriculture Kyushu University. p. 25~28.
- Tetsukazu Yahara. 2001. Conservation of forest and biodiversity in new campus area. KYUDAI NEWS(Kyushu University Campus Magazine). 7 : 12~13.

接受 2002年 4月 29日

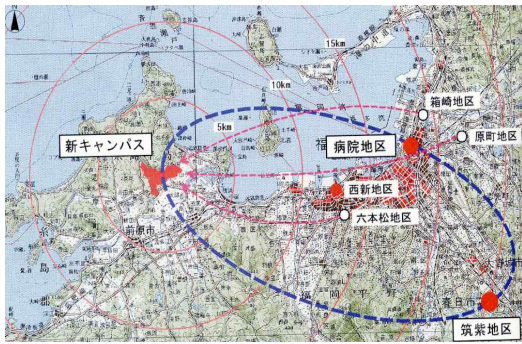


사진 1. 신 캠퍼스 위치도

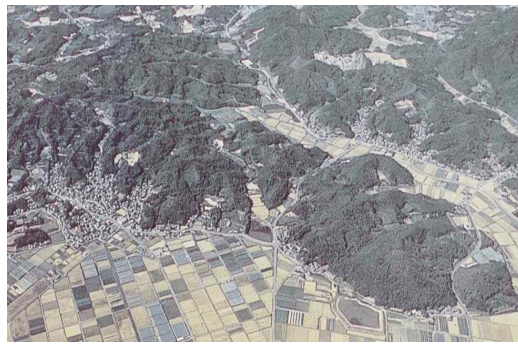


사진2. 신 캠퍼스 부지의 천연 삼림식생

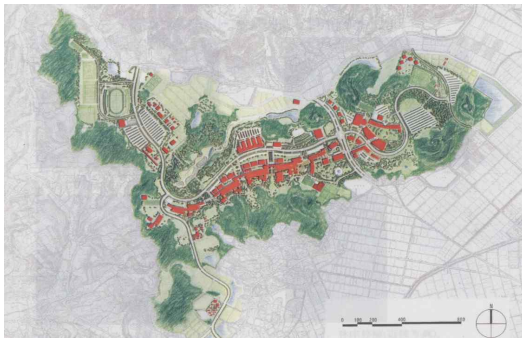


사진 3. 신 캠퍼스 종합개발계획도



사진 4. 신 캠퍼스 제1공구 개발현장



사진 5. 대규모 성토비탈면 발생현황



사진 6. 소규모 성토비탈면 발생현황



사진 7. 특수장비를 이용한 교목 굴취·운반



사진 8. 이식 후 활착한 교목림



사진 9. 특수장비를 이용한 삼림표토 채취



사진 10. 특수장비를 이용한 삼림표토 운반



사진 11. 트럭을 이용한 삼림표토 운반



사진 12. 삼림표토 이식공법으로생물 다양성 보존지구 전경



사진 13. 삼림표토 이식공법 시공지 상세



사진 14. 삼림표토 이식공법 시공지 내 모니터링 시험구



사진 15. 근주 재배광경



사진 16. 근주 이식공법을 시공한 성토비탈면 전경



사진 17. 근주 이식공법을 시공한 성토비탈면 상세



사진 18. 이식한 근주의 성장과 비탈면 최 피복광경



사진 19. 개발지역에서 발견된 희귀식물 *Cymbidium nipponicum*

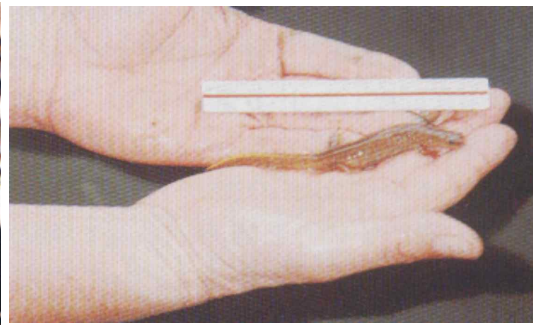


사진 20. 개발지역 내 하천에서 발견된도롱뇽



사진 21. 녹지보존구역에 조성된 도롱뇽 보존용 웅덩이



사진 22. 녹지보존구역에 조성된 웅덩이에 도롱뇽을 이주시키는 광경