韓國林學會誌 84(3) : 377 - 393. 1995
Jour. Korean For. Soc. 84(3) : 377 - 393. 1995

山林生態系 生物多樣性 保全戰略[1]

辛 俊 煥[2]

Biodiversity Conservation Strategies of Forest Ecosystems[1]

Joon Hwan Shin[2]

要 約

우리나라 山林生態系는 국토의 65%를 차지하고 있기 때문에 陸上生物多樣性의 가장 큰 저장원이다. 또한 생물다양성은 산림보전 뿐 아니라 임업생산기술개발의 기반이 된다. 그러나 생물다양성 보전전략을 수립할 때에는 種 次元에만 국한되지 않고 생태계 전체를 볼 수 있는 안목이 필요하다. 따라서 이 總說에서는 생물다양성 보전전략을 수립하기 위한 바탕을 만들 목적으로 먼저 지구환경 문제의 구조를 살펴보고, 지구상의 생물다양성 전개과정을 알아본 후 생물다양성 감소현황과 원인을 짚어보기로 한다. 그 다음에 생물다양성 보전전략 수립의 기초, 생물다양성 보전체계, 단계별 추진계획을 제시하고 마지막으로 향후 지속적으로 전략을 修正發展시키기 위해서 시급히 요구되는 연구과제를 단계적으로 제시하고자 한다.

ABSTRACT

Forest ecosystems are major reservoirs because forest lands are up to 65% of the national land of Korea. Biodiversity is the basis of forest conservation as well as development of forest ecosystem productivity. When we are going to establish biodiversity conservation strategies, however, we need to have a good eye in order that we are not limited only to species but we can also understand whole ecosystems. Therefore, to develop the biodiversity conservation strategies, global environmental problems, the development process of biodiversity on the earth, the fundamental logic of biodiversity conservation, the conservation system and steps of the conservation procedures are discussed. In conclusion, research subjects needed urgently are recommended.

Key words: biodiversity conservation, forest ecosystem, sustainable development.

緖 論

지금 各界各層에서 環境汚染, 氣候變化, 生物多樣性 減少問題를 심각하게 거론하고 있다. 과거에도 이런 문제가 論議되지 않은 것은 아니었지만 1987년 브룬트란드 보고(WCED 1987) 이후 이들은 總體的인 문제로 인식되기 시작하였고 나아가 문제의 심각성를 인식한 세계 각국은 1992년 環境開發과 保全이라는 주제를 가지고 세계정상회의를 개최하게 된 것이었다. 이제 林業人들도 이러한 움직임의 결과인 '環境的으로 健全하고 持續可能한 開發(Environmentally Sound and Sustainable Development: ESSD)'을 따르도록

[1] 接受 1995年 5月 20日 Received on May 20, 1995.
[2] 임업연구원 산림환경부 산림생태과 Forestry Research Institute

강요받고 있다. 이러한 요구는 환경보호단체나 몇몇 분야에 局限되지 않는 各界各層의 움직임이며 어떤 한 地方이나 國家에 局限되지 않는 세계적인 움직임이다. 이것은 각자의 산이라고 자기 마음대로 經營할 수 있는 것이 아니라 남의 눈치도 보아야 한다는 것을 뜻한다.

이러한 경향에 즈음하여 어떤 임업인들은 임업의 위기라고 까지 일컫는다. 그러나 이 흐름은 바꿀수 없는 것이다. 이제는 어떤 산업도 환경문제를 의식하지 않고 運營할 수 없게 되었다. 비단 環境毁損에 대한 대응과 같은 소극적인 측면뿐 아니라 환경이 산업을 운영할 수 있는 바탕이 되기 때문이다. 좋은 환경에서만 경쟁력이 높은 良質의 産物이 나오는 것이다. 따라서 임업인도 세계가 나아갈 방향을 미리 감안하고 거기서 기회를 잡을 수 있는 지혜를 발휘할 때이다. 나아가 다른 단체에서 임업에 대하여 많은 관심을 가지는 것은 임업인이 다루는 산림이 인류의 삶의 터로서 그 만큼 중요하기 때문이라는 자부심을 가지는 것이 옳을 것이다.

따라서 지금 일고 있는 움직임은 임업을 융성하게 하는 기반이 될 것임이 분명하다. 더구나 임업에서는 아주 오래 전부터 이미 '持續可能性'을 根抵에 깔고서 산림을 경영하였다. 산림생태계는 그 屬性上 지속가능한 개발을 하지 않으면 유지될 수 없기 때문이다. 중국에서는 기원전 4세기부터 장기적으로 지속가능한 목재의 공급을 위한 문제를 해결하려고 노력하였다. 인도와 스리랑카에서는 통치자들이 산림보전지구를 설정하여 벌목과 수렵을 제한하기 시작한 것이 이미 2천년이 넘는다(FAO 1994). 우리나라에서도 이런 노력의 흔적이 많이 나타나는데 일일이 거론하지 않더라도 治山治水를 國政의 제 1목표로 삼은 것만 보아도 알 수 있을 것이다.

서구에서는 1343년에 스위스의 Schwyz주에서 눈사태를 방지하고 연료와 목재를 지속적으로 공급하기 위한 산림을 유지하기 위하여 법령을 통과시켰다(Gron 1947). 독일에서는 16세기에 목재공급을 위한 법령을 정하므로써 산림벌채를 방지하고자 노력하였다. 즉 나무로 펜스를 만드는 대신에 생울타리를 조성하고 고랑을 파도록 하였으며, 지붕에는 나무판자 대신에 벽돌을 쓰도록 하였고, 木炭製造를 제한하였다. 독일의 남부지방 Saxony에서는 새집을 지을 때 완전히 돌로 짓도록 하고 사유림에서 조차도 지정된 임업인만이 벌채될 산림을 결정할 수 있도록 허용하였다(Laarman과 Sedjo 1992).

그 후 시간이 지나면서 임업정책과 경영방법이 점점 더 개발되어 변화하는 경제적 수요와 사회적 요구, 그리고 정치적 환경에 따라 발전하였다. 몇 세기 동안 유럽정부는 전쟁에 사용될 목재를 안정적으로 유지하기 위한 보전림을 存置시켰다. 그 후의 임업경영에서는 나무를 산업혁명의 1차적인 연료원으로 간주하였으나 19세기 중엽에 이르러서는 독일에서 임목생장과 목재 이용의 균형을 맞추기 위하여 保續收穫方法을 개발하였고(FAO 1994) 이러한 추세가 오늘까지 계속되면서 다른 환경문제와 아울러 1992년에는 世界頂上들이 지속가능한 개발을 외치게 된 것이다.

그런데 왜 임업인이 이러한 추세를 힘들어 하고 있는가. 과거에는 지속가능한 개발에 대한 노력이 목재의 保續收穫에 초점을 맞추어 왔기 때문에 林業內的 論理에 安住하다가 이제는 林業外的으로 사회적 판단을 해야 하는 것에 당황하고 있는 것이 아닐까? 單一資源 經營에 익숙하여 現時代的 요구인 다양한 産物과 效用價値 창출에 당황하고 있는 것은 아닐까? 그러나 지금 세계적인 추세는 單一資源 經營에서 統合資源 經營을 거쳐 생태적으로 적합한 경영을 하는 쪽으로 나아가고 있다(Ontario Forest Policy Panel 1993). 이러한 추세는 임업기술 적용의 폭을 엄청나게 다양화시키는 것으로 앞으로 다방면에서 임업 전문가를 요구하게 될 것이다.

그런데 다목적 경영이나 통합자원 경영 뿐 아니라 생태적으로 적합한 경영은 산림생태계의 생물다양성이 풍부해지는 방향을 견지할 때에만 가능한 것이다. 이 점에서 볼 때 생물다양성 감소의 방지는 임업 외부로 부터 요구되는 규제일 수도 있지만 실제로는 임업 경영의 기반을 보호하는 것이다. 단일 자원 즉 목재 생산에만 집착할 때에는 풍부한 생물다양성이 밑각기를 더 자주 그리고 더 오래 해주어야 하는 것과 같이 산림경영의 제한 요인이 될 수도 있었지만 생태적으로 적합한 경영을 해 나갈 때에는 생물다양성의 豊富度 만큼 산림경영의 기회가 더 다양하게 제공된다는 것을 의미한다.

산림은 경제, 사회, 그리고 환경적 효용을 다양하게 제공할 수 있는 복합적인 생태계이다. 산

림은 인간생활에 필수적이지만 산림의 가치는 사람에 따라 집단에 따라 다르다. 산림자원에 대한 지방, 국가 그리고 국제적인 이해관계는 토지 경관에 따라 크게 다르다. 더구나 산림이 지방, 국가 그리고 지구 발전에 기여하는 역할은 시대에 따라 극적으로 변화해왔다(FAO 1994). 따라서 산림생태계의 생물다양성 보전전략을 수립하기 위해서는 먼저 현시대의 환경문제의 구조를 살펴볼 필요가 있다. 그리고 생물다양성은 장구한 지구 역사를 거쳐 창출되어 나왔기 때문에 그 문제를 짚어 보기 위해서는 지구상의 생물다양성의 발전과정을 알아본 후 생물다양성 감소 현황과 원인을 짚어보아야 할 것이다. 또한 생물다양성 보전은 궁극적으로는 지구 차원의 문제이기 때문에 생물다양성 보전전략 수립과 관련한 국제적인 권고사항을 알아볼 필요가 있을 것이다. 그 다음에 생물다양성 보전전략 수립의 基礎, 생물다양성 보전체계, 단계별 추진계획 등을 제시하므로써 이 글의 目的인 산림생태계의 생물다양성 보전전략을 수립할 수 있는 바탕을 만들고자 한다. 나아가 결론에서는 향후 지속적으로 전략을 修正發展시키기 위해서 시급히 요구되는 연구과제를 단계적으로 제시함으로써 이 글을 마치고자 한다.

1. 環境問題의 構造

과거에는 환경문제를 大氣, 水質, 土壤汚染을 포함하는 환경오염 문제, 그리고 기후변화 문제, 생물다양성 문제로 나누어 개별적으로 거론하였다. 그러나 현재에는 이 문제들이 서로 연관되어 있고 지구 전체적으로 眺望해야 된다는 관점에서 지구변화라는 通稱下에 같이 묶어서 해석하는 경향이 강하게 일고 있다(IUCN 등 1991, Lovelock 1991, Miller 1994).

지구환경 문제를 상세히 거론하지 않고 대략 줄기만 잡아보더라도 量的인 인구 증가와 삶의 質에 대한 요구 증가로 인한 환경오염과 서식지 훼손, 기후 조절기능 교란, 그리고 생물다양성 훼손 등을 들 수 있다. 그런데 이들의 원인을 분석하고 대응방안을 강구하다 보면 이 문제가 역사적 뿌리가 깊고 매우 다양한 분야에 걸쳐 있다는 것을 알 수 있다. 환경문제의 근원은 인류의 삶의 樣式에서 출발하여 현재에는 인간의 모든 산업활동 및 문화활동과 연관되어 있다. 또한 적게는 각 개인의 행위 하나하나에서 문제가 발생하면서 크게는 인류의 전반적인 風潮에 좌우된다. 더구나 각 사회의 전통과 학문 분야의 배경에 따라 이 문제에 접근하는 방식과 강조하는 主眼點도 다양하여 산림에 관한 것만 가지고 그것도 크게 보더라도 산성우 등 환경오염대책, 山林衰退의 모니터링, 기후변화 대응, 환경영향 평가, 생물다양성 보전 등으로 펼쳐진다. 그러나 실질적인 내용은 비슷비슷한 것이 많고 어떤 측면에서는 그때 그때의 유행이 반영된 경우도 많기 때문에 한정된 人的 物的 資源을 가진 우리로서는 먼저 문제를 분석하여 자원의 낭비를 줄이면서도 종합적인 접근을 할 필요가 있다.

따라서 본 논문에서는 문제구조를 그림 1과 같이 보고 해결책을 모색하고자 한다. 여기에서 필자는 이 문제를 해석할 때 3가지 시각을 가지고 접근하고자 한다. 첫째, 환경문제의 가장 큰 원인은 인구의 量的 증가와 삶의 質에 대한 요구의 증가에 기인한다. 둘째, 환경오염, 기후변화, 생물다양성 훼손 문제는 국제협약이나 취급하는 部署가 틀린다고 해서 課業遂行時 분리될 수 있는 것은 아니다. 어느 문제에서나 정도의 차이만 있다 뿐이지 문제의 세부구조는 서식지 파괴나 오염물질 移入과 같은 물리화학적 훼손 압력을 받고 있으면서 생명체와 생물다양성 存續維持와 같은 자연의 회복 경향이 상호작용하고 있는데, 이

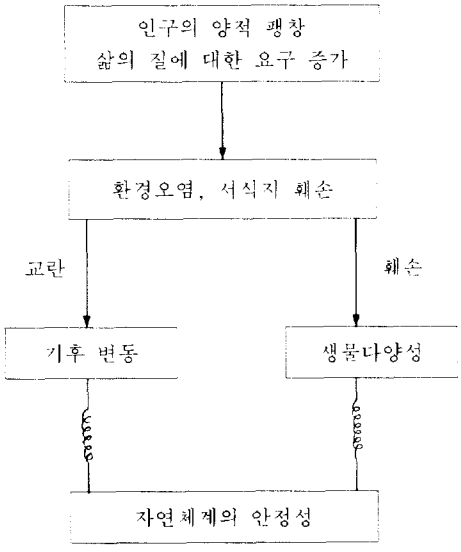


그림 1 지구환경문제의 구조

들간의 균형잡기가 깨어졌을 때 우리 눈에 환경문제로 나타나기 시작한다. 셋째, 이런 자연체계의 안정성은 고정된 것이 아니라 그 자체가 탄력적인 것이다. 이런 속성때문에 그림 1에서 자연체계의 안정성이 기후변동과 생물다양성을 지탱하는 힘을 용수철로 표현하였다.

자연체계의 안정성 유지는 자연생태계의 구성요소인 생물다양성의 보전 없이는 기대할 수가 없다. 그러나 지금 우리가 보고 있는 생물다양성은 어제 오늘 만들어진 것이 아니라 오랜 지구의 역사를 통해서 創出되어 온 것이다. 따라서 현재의 생물다양성을 이해하기 위해서는 지구상에서 생물다양성이 創出되어온 展開過程을 이해하여야 할 것이다.

2. 地球上의 生物多樣性 發展過程

처음 46억년 전에 지구가 탄생한 이후 상당한 기간은 대기중에 산소가 없이 이산화탄소와 질소 등이 優占하고 있었던 단순한 물리화학시스템이었을 것이다(홍욱희 1992). 그러다가 34억년 전에야 原始生命體가 합성되어 산소없이 살다가 31억년 전에 光合成 生物이 출현하였고 23억년 전에 비로소 藍藻類가 바다 속에서 大量의 酸素를 生産하였다. 그래도 자외선이 너무 강해 생물의 진화가 저지되었으나 18억년 전 大氣中에 산소가 나타나 오존이 생성되어 자외선을 어느 정도 차단하기 시작하면서 생물의 진화가 촉진되었다. 이리하여 5억년 전에 처음으로 陸上에 原始植物이 나타나게 되었다. 나아가 4억2천만년전 原始管束植物이 大陸을 占有하고 2억9천만년 前 針葉樹가 陸上生態系를 優占하면서 엄청난 이산화탄소를 흡수하고 산소를 방출하여 오늘날 우리가 상쾌하게 숨쉴수 있는 대기를 조성하였다(Keller와 Wick 1984).

이러한 지구생태계의 발달과 더불어 微細環境의 異質性(heterogeneity)이 증가하고 生態的 地位(ecological niche)가 다양해 지면서 미생물과 곤충, 소동물과 새, 포유류 등 많은 생물들이 진화되었다. 나아가 이러한 과정의 추진력으로 6천5백만년 전에는 原始人類가, 4만년 전에는 現生人類가 태어났다(Andrews와 Stringer 1993).

그런데 이 과정을 자세히 살펴보면 재미있는 사실을 알 수 있다. 처음 이 지구에 나타난 化學的 從屬營養生物(chemical heterotrophs)들은 곧 양분의 결핍에 逢着하였기 때문에 양료 경쟁에 더 유리한 光合成 獨立營養生物(autotrophs)들이 출현하였다. 초기에 광합성을 하는 생물은 嫌氣性이어서 산소가 없는 환경에 살았다. 이들이 방출한 산소는 거꾸로 이 생물체의 代謝에 해로운 물질이 되었다(Brum 외 1994). 그리하여 이들은 자기가 방출한 산소를 피해 점점 더 嫌氣的인 환경으로 이동하여 살거나 산소를 피할 수 있는 조직이 진화되지 않으면 죽을 수 밖에 없는 自滅過程을 겪었다(그림 2).

이 점에 있어서는 사람도 마찬가지다. 초기에는 자연이 사람에게 그렇게 친숙하지 못하였고 오히려 공포의 대상이었다. 맹수와 독을 뿜는 생물, 그리고 폭풍과 추위 등의 변화가 항상 엄습하는 자연에 대해 인간은 손과 도구를 사용하여 자신을 보호하였고 이에 따라 지혜가 발달하면서(董玩, 1975) 자연이라는 불편한 환경을 완충시키기 위하여 媒介環境을 창조하기 시작하였다(신준환 1992). 매개환경의 대표적인 예가 집이 되겠지만 작게는 철따라 바뀌입는 옷도 여기에 포함되고 크게는 集團居住地도 여기에 포함된다.

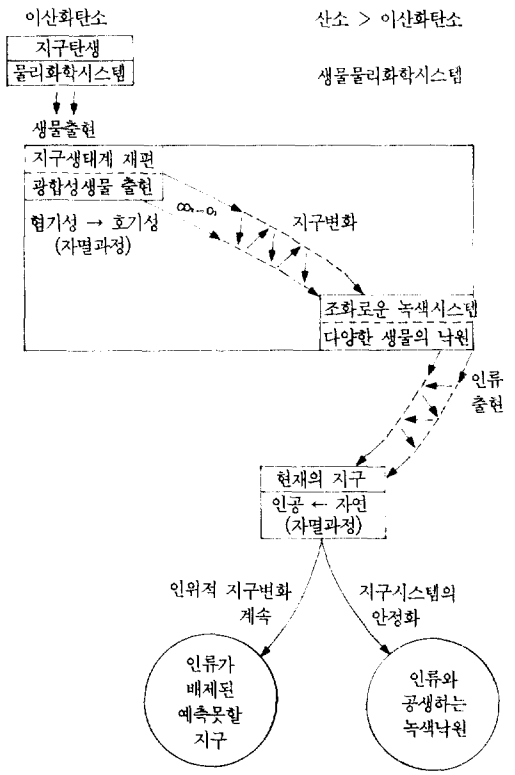


그림 2 지구환경문제의 전개

집단거주지가 발전한 것이 도시인데 이러한 衣食住를 해결하기 위해 媒介環境을 무질서하게 조성하므로서 자연의 질서를 그르치게 되어 환경문제가 발생하였다. 이것이 산업혁명을 거치면서 증폭되어 급기야 현재의 지구에서 인류는 自滅의 過程을 걷고 있는지도 모른다.

물론 과거에도 종의 자연적인 감소는 있었다. 2억5천만년전인 페름기의 末期에는 해양동물이 대량으로 멸종되었고 6천5백만년 前 白堊紀와 第3紀 사이에도 大量滅種이 있었다. 그러나 지금처럼 빠른 속도로 單 한 種(人類)에 의해서 생물다양성이 이토록 훼손된 전례는 없다(Raup 1986). 지구역사를 24시간으로 칠 때 태어난지 1초도 채 안되는 현생인류는 자기 單 한 種의 榮華를 위해서 환경을 오염시키고 지구 기후를 변화시키면서 지구 역사상 최대의 생물다양성 훼손을 초래하고 있는 것이다.

앞으로 인류가 이 지구의 자연성을 유지하여 인류와 공생하는 綠色樂園으로 가꾸느냐 계속 人爲的으로 자연을 毁損하여 인류가 사라지느냐는 全的으로 우리 인류의 지혜를 어떻게 쓰느냐에 달려있는 문제이다. 여기서 확실히 해야할 것은 자연 보전이 지구나 다른 생물을 위한 것이 아니고 바로 인간 자신을 위한 것이라는 점이다. 그림 2에서도 보는 것처럼 초기의 광합성 생물이 산소에 의해 위축되어도 다른 생물이 지구에서 번성하였듯이, 사람이 지구를 훼손해도 비록 인류와 親熟하지 않은 생물일지 모르지만 地球는 역시 다른 생물과 存續해 나갈 것이다. 따라서 우리는 자연보전 논리의 출발점을 인류와 共生하는 자연에 두어야 할 것이다.

3. 生物多樣性 減少現況과 그 原因

이 地球에 살고 있는 生物種數는 약 1천만종에서 5천만종으로 추정되고 있다. 대체로 학자들은 1천만종으로 이야기하고 있고(Edelstam 등 1992), 유엔환경기구 등에서는 5천만종으로 추정하고 있다(UNEP 1990). 학자들이 科學的 嚴正性을 지키기 위하여 過小 推定하는 경향이 있다면 유엔환경기구 등은 홍보효과를 발휘하기 위하여 過大 推定하는 경향이 있을 것이다. 그리고 실제로 지구에 존재하는 種數에 대해서는 얼마 전까지만해도 약 140만종(UNEP 1990), 150만종(UNEP 1992)이라고 하다가 최근에는 170만종으로 보고되고 있다(IUCN 1994). 지구에서 살고 있는 種數에 비해서 과학적으로 登載된 種數가 이렇게 적다는 것은 생물다양성에 대해서 인류가 알고 있는 것이 매우 적다는 것을 反證하고 있다. 이런 가운데 생물다양성의 감소는 심각한 문제로 매일 약 100종(학자에 따라서 30 - 300종)이 지구에서 사라지는 것으로 추정된다(UNEP 1990, Edelstam 등 1992).

이러한 생물다양성의 감소의 원인은 크게 사회경제적인 체제에서 기인하는 간접적인 原因과 직접적인 원인으로 나누어 볼 수 있다. 사회경제적인 間接的인 原因으로서는 1)인구성장과 자연자원 소비의 지속 불가능, 2)거래되는 농림수산물의 단순화, 3)환경과 환경자원의 가치평가 미흡, 4)생물자원 이용과 보전 이익의 불평등, 5)관련 지식 부족과 지식활용 미흡, 6)법과 제도적으로 지속불가능한 개발의 조장 등을 들 수 있다. 생물다양성 감소의 直接的인 原因으로는 1)서식지 감소와 分割, 2)외래종의 도입, 3)동식물의 과도한 搾取, 4)토양, 물, 대기의 오염, 5)지구기후 변화, 6)농림수산업의 기업화 등을 들 수 있다(WRI 등 1992). 이처럼 생물다양성 감소의 주원인은 인류의 활동에 따라 서식지가 감소하고 쪼가리로 갈라진 것에서 기인한다(Bennett 1991).

4. 生物多樣性 保全戰略 樹立과 關聯한 國際的 勸告事項

이런 생물다양성의 감소는 우선 각 지방에서 출발하고 있지만, 이것은 규모(scale)는 다르나 서로 의존하고 있는 地方(local), 國家(national), 地域(regional) 그리고 地球(global)라는 차원으로 확산되고 있고 그림 1의 환경문제의 구조에서 보인 것처럼 기후변화와 환경오염문제와 맞물려 있어서 세계적인 대응책 수립을 요구하고 있다. 이 문제의 심각성 때문에 세계자원연구소(WRI), 세계자연보전연맹(IUCN), 유엔환경기구(UNEP)가 합동으로 世界生物多樣性戰略(Global Biodiversity Strategies)을 수립하였다(WRI 등 1992).

이들은 생물다양성 보전의 10대 원칙을 다음과 같이 천명하였는데 여기서 특기할 사실은 생물다양성 보전은 단순히 아름다운 꽃이나 신기한 동물, 희귀한 생태계의 보전 문제 뿐 아니라 사람의 삶에 대한 문제로 社會經濟的인 問題解決과도 밀접한 관계가 있다는 것을 조목조목 강조한 점

이다. 즉 1)모든 생명은 唯一無二하고 인간의 존경을 받을 가치가 있다. 2)생물다양성 보전은 지방, 국가, 지구의 이익을 創出할 수 있는 투자다. 3)생물다양성 보전 비용과 이익은 公平分配되어야 한다. 4)세계적 경제개발의 패턴과 관습의 근본적인 변화가 필요하다. 5)資金支援만이 생물다양성 감소를 줄이는 것은 아니다. 자금이 효율적으로 쓰이기 위해서는 정책과 제도적 개혁이 필요하다. 6)생물다양성 보전의 優先順位는 지방, 국가, 지구적 차원에 따라 다르므로 똑같이 정당하게 고려되어야 한다. 모든 사회와 나라는 그들의 생물다양성을 보전하는데 있어서 旣得利權을 가지고 있다. 種이 풍부한 몇몇의 생태계나 나라에 배타적으로 초점이 맞추어져서는 안된다. 7)공공의 관심이 지속적으로 고양되고, 정책결정자가 믿을 수 있는 정보를 얻을 수 있어야만 생물다양성이 지속될 수 있다. 8)생물다양성 보전 행동은 생태적 사회적 척도를 고려하여 계획되고 실행되어야 한다. 야생보호구역 뿐만 아니라 사람이 살고 일하는 곳에 초점을 맞추어야 한다. 9)文化的 多樣性은 생물다양성과 밀접히 연관되어 있다. 10)공공참여 증진, 기본 인권 존중, 교육과 정보에 대한 대중적 접근의 개선, 공공기관의 책임 고양이 생물다양성 보전에 필수적인 요소이다.

또한 그들이 제시한 생물다양성 보전계획 수립의 원칙과 지침(WRI 등 1992)은 다른 분야와의 협조관계를 강조하고 민주적 관계, 실행부서의 중요성 등과 함께 여러 가지 현실적인 측면을 강조한 것에 그 특징이 있다. 즉 1)생물다양성에 영향을 미치는 모든 분야는 보전계획을 세우는데 협조해야 한다. 2)생물다양성 계획은 아래로 부터 참여하는 식으로 수립되어야 하고 優先順位는 生物地域 水準에서 정해져야 한다. 3)궁극적인 계획수립의 권한은 실제적인 힘을 가진 기관에 있다. 4)생물다양성 계획자는 명확한 목적과 優先順位를 설정해야한다. 5)정책 개혁과 제도적 변화가 생물다양성 계획의 중심요소이다. 6)모든 보전 기술를 고려하고 생물다양성 계획을 개발하여야 한다. 7)생물다양성 보전계획을 발동시킬 때에는 체계적으로 실행하여야 한다. 8)계획과정에는 모니터링이 꼭 포함되어야 한다.

이처럼 생물다양성 문제는 체계적이고도 현실적인 문제이기는 하지만 본격적인 보전활동은 연구없이는 뒷받침될 수 없기 때문에 유엔환경기구는 각국의 연구사업에 도움을 주고자 생물다양성 국가 연구 지침을 발표하였는데(UNEP 1993) 이를 요약해 보면 다음과 같다. 즉 1)국내 실정에 맞게 활용할 권리와 의무를 동시에 지님, 2)자료수집은 學制的(interdisciplinary)이고 여러 분야를 포괄할 것, 3)국가전략과 계획의 개발 및 관련 분야와 공동협력 도모, 4)생물다양성 보전계획은 자료 축적과 지식 확장에 따라 발전함, 5)처음에는 國內外에서 蒐集容易한 자료만 취급, 6)자료수집은 意思決定 수단이므로 使用者 中心이 되어야 함, 7)자료수집에서도 優先順位를 결정해야함, 8)각국의 상황에 맞게 응용할 수 있도록 유연하게 대처해야함, 9)二次的으로는 국제기준 통일로 국가간 비교분석 및 종합을 도모함, 10)국내 종과 속성을 모두 포함하고 가능한한 定義와 측정단위를 표준화 하여야 함, 11)사회요인과 경제분야 그리고 생물학적 시스템간의 상호관계에 초점을 두고 자료 수집, 12)생물자원의 이용과 이익에 관한 자료 통합, 13)생물다양성에 逆機能을 미칠 工程과 활동에 관한 자료 분석, 14)국가 생물다양성 계획 능력을 육성하는데 기여 할 것, 15)자료확보 우선순위는 상급 의사 결정자의 요구에 따름, 16)출처확인 및 문서화, 17)現地外 保全에 관한 자료 수집은 現地保全 활동을 지원하고 그와 관련되어야 하며 유전자원 수집의 경제적 가치에 관한 인식을 제고시킬 수 있도록 할 것, 18)보전구역 뿐만 아니라 그 나라의 모든 경관을 중시, 19)생물다양성 보전과 연구 그리고 지속가능한 이용능력에 대한 평가를 포함해야함, 20)과도한 자료수집 요구로 국가연구가 성가신 일이 되지 않도록 해야 함. 여기에서도 생물다양성의 경제적 가치와 지속가능한 이용을 강조하고 있고 특히 생물다양성 연구가 아직은 日淺하기 때문에 한꺼번에 욕심을 부리지 말고 현실적으로 가능한 것부터 차근차근 수행해 나갈 것을 강조하고 있다.

또한 스웨덴 왕립과학연구소에서는 생물다양성 보전과 관련하여 세계적으로 시급한 연구과제를 전 세계의 학자를 대상으로 조사한 후 다음과 같이 整理發表하였다(Edelstam 등 1992). 1)稀貴種, 中樞種(key stone species)이 계속 생존할 수 있는 最小個體群(minimum viable population)의 크기와 꼭 필요한 最小面積(minimum critical

area), 여기에는 移住 패턴에 대한 정보가 포함됨, 2)收穫의 數量的, 유전적 효과, 3)먹이망, 경쟁 등과 같은 種間 상호관계의 종류에 따른 효과의 차이, 4)열대우림의 생물다양성이 더 높은 이유, 5)생물다양성이 생태계의 機能發現에 미치는 역할, 특히 생태계의 회복력과 같은 성질에 미치는 효과, 6)特定 生態系로부터 인간이 다른 물질을 뽑아가는 양과 그것이 생물다양성에 미치는 영향에 대한 측정, 7)원격탐사 자료 등을 이용한 생물다양성의 간접 평가 방법, 8)자연생태계의 收穫方法 및 飼育栽培種의 持續可能한 이용방법, 9)一次生産의 수준이 생물다양성에 미치는 효과, 10)환경의 異質性의 중요성, 11)홍수, 폭풍, 인위적 교란 등이 생물다양성에 미치는 영향, 12)경관생태학: 서식지 分割, 수분 순환 변동, 오염, 도시화의 영향, 13)복원생태학: 복원된 생태계는 다른 자연생태계를 보존할 수 있는 여유를 줌, 14)인구 증가와 일인당 소비율의 영향(지구적 차원의 모델 개발), 15)생태학, 사회학, 경제학, 윤리학을 포함한 學制的 연구, 16)생태계 회복 뿐 아니라 미래의 자원으로서의 사회경제적 가치 평가, 17)생물다양성 보전 전반에 걸친 土着智識의 보전과 활용. 이상에서 보면 알 수 있듯이 생물다양성 보전 전략 수립과 연구가 다함께 자연과학 연구 뿐 아니라 사회과학을 포함한 총체적인 학문으로서의 접근을 요구하고 있고 보전전략 수립에는 연구가 우선되어야 한다는 것을 나타내주고 있다. 우리 나라에서의 시급한 연구과제는 이 글의 결론 부분에서 언급할 것이다.

5. 生物多樣性 保全戰略 樹立의 基礎

이제까지 살펴본 바에 의하면 바람직한 생물다양성 보전을 위해서는 種 次元의 보전만으로는 소기의 목적을 달성하기 어렵고 그 종이 살고 있는 서식지에 대한 보전으로 확장되어야 하며 서식지를 다룰 때에도 단순한 立地硏究에서 탈피하여 경관생태학 차원에서의 연구와 함께 인간활동을 포함한 종합적 생태계연구가 요망된다. 나아가 이들의 공간배치가 중요하기 때문에 지방에서 국가로 국가에서 지역으로 지역에서 지구차원의 연결고리를 감안한 체계적인 생물다양성 보전전략 수립이 요구되고 있다(Bennett 1991). 생물이 살아가기 위해서는 우선 自己維持가 가능한 最小個體群이 성공적으로 自己更新(self regeneration)을 이룩할 수 있도록 최소한의 필요한 공간이 기본적으로 요구되나 실제적으로는 이 개체군의 存續과 更新이 성공적으로 이루어지기 위해서는 수많은 다른 생물 및 주변 환경요인들과의 상호작용이 필요하기 때문이다. 즉 생물다양성 훼손 방지를 위해서는 단순한 종보호가 아니라 종합적이고도 기능적인 생물다양성 체계 보전이 중요하게 부각된다.

생물다양성의 체계는 1차적으로는 먹이사슬등에 의해 형성되는 種關係網으로 짜여져 있고 2차적으로는 각 생태계 사이의 生態要素뿐 아니라 경관형성 바탕의 유지에 필요한 서식환경의 연계성으로 표현된다(Hunter 1990). 생물다양성 체계를 건전하게 유지하기 위해서는 自然體系의 中樞的 過程(key process)을 보장해 줘야 한다. 그러나 실제적인 관점에서 自然體系의 中樞的 過程을 구체적으로 정의하기가 어렵기 때문에 결국 이 문제는 種關係網 保全에서는 中樞種 保全으로 대변되고, 서식환경의 연계성 확보에서는 훼손된 생태계의 복원이 關鍵이 된다.

이상은 자연과정의 발현에 기준을 두고 필자 나름대로 이론을 전개한 것이지만 산림생태계의 생물다양성은 결국 땅에 기반을 두고 있기 때문에 앞의 이론에 걸맞는 보호구역의 배치가 중요한 현안으로 부각된다. 이 점은 이 땅에서의 인간의 삶도 동시에 보장해 주어야 하고 문화적 다양성의 유지가 생물다양성 유지에 매우 중요하기 때문에 더더욱 의미가 깊다. 따라서 생물의 분포중심지이거나 생물다양성이 풍부하여 자연생태계의 씨가 되는 구역(核心保護區域)과 생태계 과정의 틀을 유지해 주는 능선부와 계곡부, 그리고 간섭이 심하면 훼손되기 쉬운 脆弱生態系 등은 보호하되 그 이외의 산림생태계(轉移地帶)에서는 인간의 생산활동을 허용하여야 할 것이다. 다만 그 사이에 자연과 인간의 대립을 완화시킬 수 있는 지대(緩衝地帶)를 설정하는 것이 바람직한데 이것은 어떤 종에게는 서식지를 더 넓혀줄 수 있는 여지를 제공한다는 점에서도 의의가 크다(Hunter 1990). 또한 생산구역과 보호구역의 경계지대에서는 많은 수종의 경우에 種內 變異를 효과적으로 유지할 수 있다. 그리고 轉移地帶에 있는 생산림의 유전자원 보전에 있어서의 역할은 이미 알고 있거나 예측할 수 있는 樹種의 개체군

수준에서의 種內 變異를 보전할 수 있다는 점에서 특히 중요하다(Kemp 1993).

그러나 이런 區劃에서 주의해야 할 것은 자연생태계는 고정된 것이 아니라는 점이다(신준환 1992). 生態系內의 모든 과정과 생물들은 不斷히 움직이고 있고 유전적인 組成이 변하고 있기 때문에 動的인 要素를 감안하여 이 과정이 보장되는 방향으로 세심하게 주의를 기울여야 할 것이다. 특히 보전 대상과 목적을 명확히 해야 할 때가 많고 경우에 따라서는 적당한 간섭을 해야 할 때도 있다. 더구나 기후 변화등을 고려하면 保全區域이 이동되어야 할 때도 있기 때문에 주의하여야 할 것이다(Primack 1993). 이 때문에 生態系 過程의 틀을 유지하는 것이 중요하다. 다시 말하면 動的 保全이 가능하도록 설계하여야 한다는 것을 의미한다.

그런데 이러한 생물다양성은 生命體로 짜여진 그물이면서도 生命體를 보호해주는 환경이 되고, 생명체들이 서로 의존해서 살 수 밖에 없는 唯一한 方舟가 되는 것이다. 나아가 임업기술이 산림생태계라는 살아있는 시스템을 바탕으로 펼쳐지기 때문에 과거 地史的 過程과 生態的 過程에서 進化된 결과로서의 풍요로운 생물다양성이 현재의 임업경영을 가능하게하는 기반이 되고 미래세대가 영속적으로 풍부한 자원을 향유할 수 있는 바탕이 되어 그야말로 지속가능한 산림경영의 요체가 되는 것이다. 또한 생물다양성의 내용도 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성 등 산림경영 全般에 걸쳐 있으므로 山林施業技術 定立의 機會因子인 동시에 制限因子가 될 수 있으며 풍부한 산림경영의 여유를 보장해 준다는 점을 감안하여 산림기본계획 수립단계에서부터 생물다양성 보전과 지속가능한 이용전략을 고려해야 할 것이다. 구체적인 생물다양성 보전 사업을 수행할 때에는 생물다양성의 내용이 모호하게 도입될 것이 아니라 목적하는 대상에 따라 관리 내용을 달리하여야 할 것이다. 특히 유전적 다양성 보전에 있어서는 생산림과 보호림의 所管 部處가 다를 경우에도 같은 장소에 대해서는 명확한 목적과 경영계획을 가지고 같은 원칙이 적용되어야 한다(Kemp 1993). 部處間의 협조와 관계에 대해서는 앞에서 제시한 생물다양성 보전 계획 수립의 원칙과 지침(WRI 등 1992)의 3항목에서 '궁극적인 계획의 수립의 권한은 실제적인 힘을 가진 기관에 있다'고 한 점이 중요하다. 이것은 실행부서의 의미를 강조한 것으로 그 생태계를 실제로 관리하는 부서가 그 생태계를 알고서 생물다양성 보전계획을 수립해야 한다는 것을 뜻한다. 따라서 연구내용에 있어서도 모든 보전지구에서 경계선을 설정하고 획일적으로 막연히 보호만 하는 생물다양성 보전에서 탈피하여 생물다양성 構成要素別로는 自己更新(self regeneration)이 가능하고 생물다양성 전체시스템에서는 自己組織(self organization)이 가능하도록 체계적이고 유기적인 전략수립이 요망된다.

이러한 생물다양성 문제는 전통적으로 이루어져 오던 자연과학적인 연구만으로는 바람직한 결과에 도달하기 어렵고 사회과학적인 평가가 동시에 이루어져야 함은 물론 학문적 입장 뿐 아니라 현실성이 확보되어야 바람직한 생물다양성 보전이 이루어질 수 있다. 사실 생물다양성이란 "육상, 해양과 기타 물생태계에 살고 있는 모든 생명체들 간의 변이성과 그들이 구성하고 있는 생태적 복합체들 간의 변이성"을 의미하는데(IUCN 1994) 여기에는 유전적 다양성, 종 다양성, 개체군 다양성, 군집 다양성, 생태계 다양성과 경관 다양성이 모두 포함되고 심지어 문화적 다양성까지 포함될 수도 있지만 다루어야 될 분야가 너무 많기 때문에 처리 방법의 유사성에 따라 크게 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성으로 구분하게 된다. 여기서 종 다양성 역시 유전적 특성에 좌우되고 표현형(phenotype) 역시 유전적 특성의 발현과정에서 나타나는 문제이기 때문에 크게 보면 유전적인 관점과 생태계적인 관점으로 대별된다. 그러나 유전적인 관점에 있어서의 정립은 현 단계에서는 어려운 문제인 반면에 현실적으로는 생물다양성 보전이 시급한 문제이기 때문에 과학적인 지식의 축적을 기다릴 수 있는 여유가 없다. 또한 FAO에서도 유전자원 보전의 원리와 개념에서 유전자원의 現地保全은 산림생태계의 기능을 어떻게 잘 유지하느냐에 달려있기 때문에 보전 지구 뿐 아니라 생산임지와 多目的 保全林을 네트워크로 연결하여 유전자 보전대상이 되는 수종을 계획적이고 체계적으로 보전해야 한다고 보고하였다(Kemp 1993). 결국 생물다양성이 담겨 있는 틀을 보전하는 것이 효율적이라는 결론에 도달하게 되는데 그렇다고 하여 틀만 고집하면 지금 당장 사라지고 있는 멸종위기종은

붙잡을 수가 없다. 또한 종 자체에만 고집하지 않는다면 종은 인간이 가장 쉽게 인식할 수 있고 정의할 수 있기 때문에 전체적인 생물다양성 보전의 指標(예를 들면 中樞種)로서 활용할 수도 있다. 따라서 세밀한 판단기준을 가지고는 유전적인 안정성 확보를 통한 멸종위기종을 보전하고, 비교적 개략적인 판단 기준을 가지고는 서식지의 연계성을 확보하여 생물다양성 체계를 보전하는 것이 현실적으로 우리가 할 수 있는 최대 공약수적 접근법이 될 것이다.

나아가 현재 생물다양성 보전에 지대한 영향을 미치는 종이 곧 인간임을 감안하여 생물다양성 보전에 인간활동과 需要를 적극적으로 수용함으로서 현실적인 보전전략을 수립하여야 할 것이다. 즉 생물다양성 보전이 인류의 삶을 보장하기 위해서 출발하였고 생물다양성의 개발없이는 보전도 달성될 수 없으므로, 단순한 보호가 아니라 개발을 감안한 능동적 보전체계를 수립하고 인간사회의 요구에 대해서도 무조건 금지할 것이 아니라 需要生物種을 增殖補給하여 생물다양성 훼손을 미리 차단하는 前進的인 對應을 도모해야 할 것이다. 특히 인간은 자연환경과 直接對應하는 것이 아니라 그 사이에 文化를 媒介로 하여 대응하고 있는데 이를 자연생태계에 대해 文化生態系라 한다(坂口勝美, 1993). 지금 현재의 지구에 있어서는 문화적 다양성을 생물다양성의 범주에 포함시킬 정도로 이 둘은 상호 보완적인 관계에 있다. 이 점은 그 지방의 생물다양성 보전의 성패를 좌우하는 地方 共同體와 관련해서도 매우 중요한 점이다. 따라서 우리는 생산림의 경계지대와 같은 곳에서는 非木材 林産物을 생산하여 국가적인 이용이나 지방 공동체의 이익을 도모할 수 있다. 이렇게 하면 산림의 구성에 문화적 다양성의 영향을 도입할 수 있고 반면에 생산과 보전을 연결시키는 원칙을 유지하기 때문에 경영체계의 전체적인 다양성을 증진시킬 수 있다. 따라서, 국가차원에서 적용될 기본원칙은 계획된 경영의 다양화를 통하여 다양성을 경영할 수 있도록 하는 것이 되어야 한다(Kemp 1993).

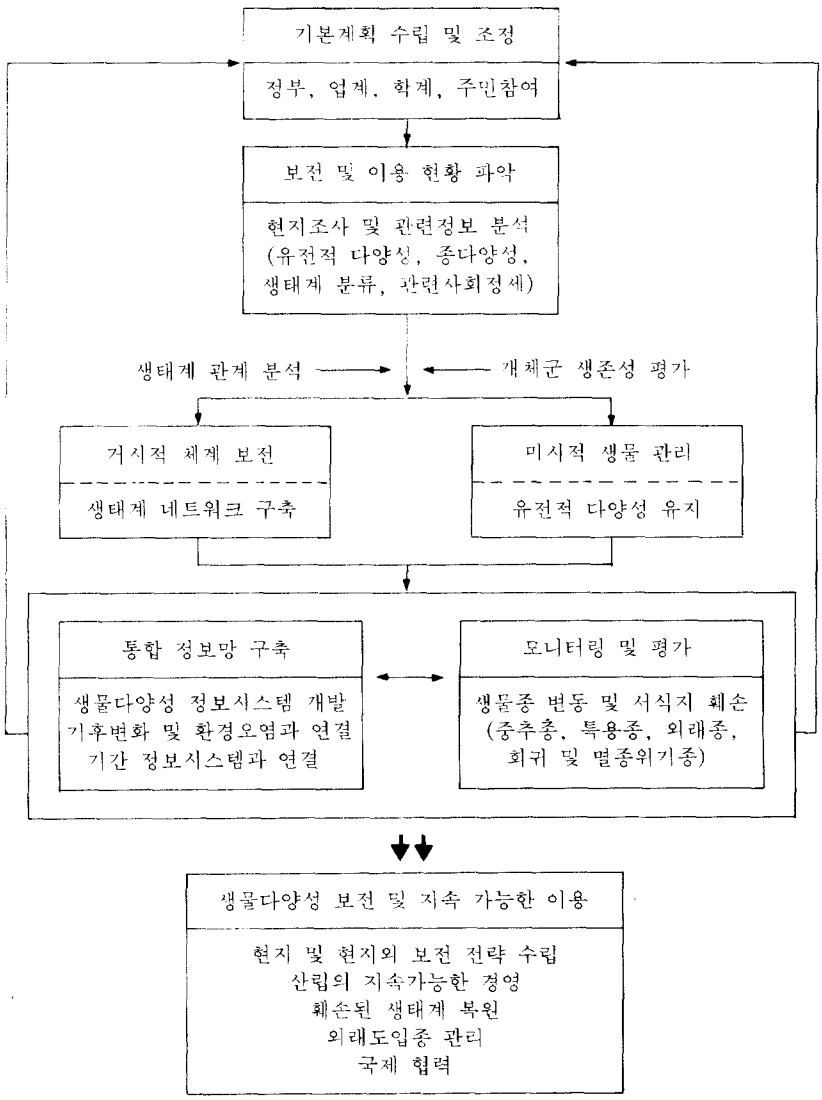
이와 관련하여 多目的 經營이 산림생태계의 장기적인 안전성 확보와 함께 유전자원의 보전을 위해서도 매우 중요하게 인식되고 있는데(Kemp 1993) 특히 경영체계안에 非木材 林産物과 지방 공동체의 이익을 편입시키는 점에서 그러하다. 과거에는 복잡한 생태계를 관리하면서도 제한된 자원과 좁은 경영 목적으로 인하여 산림생태계를 단순화 시켰다. 다양성은 다양성을 낳는다. 다양성을 경영하는 더 적절한 미래의 방향은 획일적인 구획과 소극적인 보호가 아니라 경영을 더 다양하게 하는 것이다. 이것은 임업기술을 쓰기에 따라 여러 가지 수준에서 여러 가지 방법으로 달성할 수 있다. 한 산림을 동시에 혹은 順次的으로 多目的으로 이용하는 것에서 부터 林小班이나 林分別로 달리 경영하는 것 등과 함께 생산임지와 보호림, 유전자 보전림, 보호지역 네트워크, 혹은 두 가지 이상을 조합한 것을 모두 포괄하는 전국적인 차원으로 통합한후 경관적인 수준(대규모)과 林分의 수준(소규모)에서 다양하게 경영할 수 있다. 그런데 가장 안전하고 실질적인 보전전략은 가능한한 자연 지리적인 분포와 생태적 범위를 모두 포괄하는 自生地를 전체적으로 보전하여 최대의 유전적인 기반을 유지하는 것이다. 이렇게 할 때 유전적 오염에 대항하여 그 개체군의 전체성이 보호 될 수 있고 궁극적으로는 생태계의 균형이 유지되는 것이다. 그러기 위해서는 다양한 경영을 해야 한다(이런 주장에서는 보호도 경영개념에 당연히 포함되어 있다). 단순히 보호만 하려고 할 때에는 이 지구상에서 인간을 배제하지 않는한 전체성의 유지가 이론적으로만 가능하지 현실성이 없기 때문이다. 나아가 문화적 다양성이나 고향의 논밭과 뒷산 같은 문화적 경관에는 거기에만 살고 있는 種이 많이 있는데 이들은 그 생태계를 알고 제대로 관리를 하지 않고 단순히 보호만 한다면 자연적인 천이에 의하여 결국 사라질 것이기 때문이다.

또한 한반도의 생태적 특성이 지구생태시스템에 한 지역으로 단순히 첨가되는 것이 아니라 전체성의 연결고리를 담당하고 있고 인류의 생명보전에도 중요한 요소임을 인식하여 지구환경보전에도 기여할 수 있도록 배려해야 할 것이다. 예를 들자면 한반도의 생물다양성 체계는 다른 지역과 마찬가지로 지구 전체적인 다양성 유지에 충분한 기여를 해야 하고 어느 지역에서나 마찬가지로 생물다양성 보전에 필요한 지구 최초의 자리이자 지구 최후의 자리가 된다. 그러나 이와 같은 생물다양성 보전 원리에 대한 보편성은 지향하면서도 외래도입종 실태를 파악하고 관리해야 하는 것은 물론 외국에서 멸종위기에 처해 있

거나 생태적 역할이 현저하다고 무분별하게 도입할 것이 아니라 현재 한반도에 존재하고 있는 자연체계의 특수성에 맞추어 우리 나라 산림생태계를 특성화 시킴으로서 전체적으로 건전한 지구생태계가 유지될 수 있도록 하는 것이 중요하다.

6. 生物多樣性 保全 體系

그림 3에 보인 것처럼 생물다양성 보전전략을 수립할 때 제일 먼저 수행해야 할 것은 기본계획 수립이다. 이때에는 정부와 관련업계와 학계, 그리고 주민과 지역사회의 참여가 반드시 보장되어야 한다. 一次的인 계획은 관련단체가 작성하겠지만 立案된 후에는 실행에 옮기기 전에 먼저 관계부처와 관련 학자 그리고 이해관계가 있는 모든 사람들과 단체를 망라하여 공청회등의 의견수렴 기회를 확보하는 것이 꼭 필요하다고 생각된다. 왜냐하면 환경보전에 관계되는 문제는 전 지역과 전 역사를 貫流하고 있기 때문에 소수의 의견이나 학술적인 배경만 가지고는 이 과제를 올바르게 다룰 수 없기 때문이다. 더구나 아무리 잘 짜여진 계획이라 하더라고 이해관계가 상충될 때에는 그것을 무시하고 진행시키기 보다는 문제



[그림 3] 생물다양성 보전체계도

가 좀 있다하여도 공감할 수 있는 여지를 만들어 주는 것이 실질적인 보전에는 더 효과적일 것이다. 계획은 학자가 짜고 집행은 관리가 할지 몰라도 바람직한 환경이 보전되는 것은 결국 그들 손에 달린 것이기 때문이다. 이것은 서로 상대방을 이해 못할 집단으로 몰아부치기 보다는 서로 충돌하면서 문제의식을 공유하고 참여의식이 높아진다는 측면에서도 필요하고 어떻게 보면 환경문제에 있어서는 正答을 찾기가 어렵고 代案만 가능한 것인지도 모르기 때문에 더더욱 요구된다. 지속가능한 개발에는 완벽한 답이 없는 것이 사실일지도 모른다. 고정된 계획에는 항상 그 계획에 따라 이익을 보는 집단과 손해를 보는 집단이 생기기 마련이기 때문에 자손만대까지 지속가능한 개발이 유지되기 위해서는 관계자들 사이에서 未完으로 흔들리면서 전체적인 목표를 향해가는, 그러면서도 부족한 상태로 살며 어울릴 수 있는 시스템이야말로 지속가능한 개발을 가능하게 하는 시스템일지도 모른다.

기본계획이 수립되면 그 계획의 목적에 따라 생물다양성 보전 및 이용현황을 파악해야 할 것이다. 여기에는 유전적 다양성, 종다양성, 생태계다양성 등에 대한 현지조사는 물론 旣存 情報를 분석하여 나아갈 방향을 잡는 것이 중요하다. 또한 생물다양성 문제가 그 사회의 사회경제체제와 밀접하게 연관되어 있기 때문에 관련 사회정세를 분석하는 것도 중요한 일이다. 여기에는 문화적 다양성에 대한 평가가 물론 포함되어야 한다.

이러한 현황파악이 끝나면 앞에서 언급한 생물다양성 보전논리에 의하여 巨視的으로는 생물다양성 체계를 보전하게되고 微視的으로는 관건이 되는 생물종을 관리하게 된다. 이때 생물다양성 체계보전에는 생태계의 관계를 분석한 후 이들이 서로 연결되어 自然過程이 무리없이 진행될수 있도록 생태계의 네트워크를 구축하여 전체적으로 自己維持가 가능한 틀을 맞춰주어야 할 것이다. 또한 關鍵이 되는 생물을 관리하기 위해서는 개체군의 生存性을 평가하여(Population Viability Analysis:PVA) 유전적 다양성이 유지되도록 해주어야 自己更新이 가능하게 될 것이다. 이 때 생태계의 네트워크 구축은 생물종이나 생태계의 구성요소들의 行動이나 移動樣式에 따르도록 설계하여야 한다. 인위적인 설정은 돈과 인력을 낭비할 뿐 아니라 자칫 잘못하면 病害蟲의 移動通路가 될 素地도 안고 있다. 이러한 우려 때문에도 생태계의 네트워크 구축은 自己組織이 가능하여 不健全 要素는 그 안에서 自體 調節되도록 하는 것이 이상적이다.

이제까지는 現地(*in situ*)와 관련되는 문제이었지만 생태계는 인류사회와 깊이 관련되어 있고 이 인류사회도 지방-국가-지역-지구 차원에서 복잡한 연계관계를 가지고 있기 때문에 이 단계별로도 네트워크를 구축하여 서로 정보가 건전하게 교류되도록 해야 할 것이다. 이를 위하여 통합정보망을 설계하는데 이 때 먼저 생물다양성 정보시스템을 개발한 후 기후변화와 환경오염의 정보시스템과도 연결되도록 해야 할 것이며, 關聯社會政勢와 문화적 다양성을 감안하기 위하여 그 사회의 基幹 情報시스템과도 연결되도록 해야 할 것이다. 이들이 최종적으로는 지방-국가-지역-지구 차원의 네트워크로 연결되면 통합정보망 구축은 끝나게 된다.

이와 병행하여 필요한 것이 생물다양성을 모니터링하고 평가하는 일인데 이 때 中樞種, 임업경영에 중요한 特用種, 외래종, 희귀 및 멸종위기종등과 같이 생물다양성 보전에 關鍵이 되는 중요한 생물종들의 변동과 서식지 훼손을 감시하고 평가해야 할 것이다. 생물다양성 모니터링에 있어서는 무엇을 모니터링할 것인가가 먼저 결정되어야 한다. 기후변화나 환경오염에 있어서는 온실가스나 온도, 오염물질등을 모니터링하면 되지만 이들이 복잡한 구조를 가지고 기능을 발현하는 생태계에 영향을 미쳐서 생물다양성이 훼손되는 것이므로 생물다양성을 모니터링 할 때에는 간단하지가 않기 때문이다. 따라서 이에 대한 연구가 선행되어야 할 것이다.

이와 같이 통합정보망이 구축되고 모니터링 및 평가 시스템이 구축되면 이들을 서로 연결하여 종합적인 분석을 하게 된다. 이 결과가 일단은 그 단계에서의 생물다양성 보전 및 지속가능한 이용 전략이 되어 현지 및 현지외 보전전략 수립, 산림의 지속가능한 경영, 훼손된 생태계 복원, 외래도입종의 관리, 국제협력을 위한 기초자료와 수단을 제공하고 나아가 여기서 발견된 문제를 평가하여 생물다양성 보전 체계의 原點으로 돌아가 기본계획을 조정하여 다시 그림 3에 제시된 각 단계를 거치게 된다.

7. 段階別 推進計劃

그림 3에 제시된 생물다양성 보전 체계는 關鍵이 되는 중요한 과정을 종합적으로 다룬 것이기 때문에 처음부터 완벽하게 수행할 수는 없고 그림 4와 같이 우선 할 수 있는 것부터 단계적으로 수행해야 할 것이다. 이것은 앞에서 살펴본 생물다양성 보전계획 수립의 원칙과 지침, 그리고 생물다양성 국가연구 지침에서도 권장하고 있는 사항이다.

먼저 1단계에서는 種資源 분야에서는 현황분석과 더불어 임업에 있어서의 생물다양성의 의의를 밝히고 생태계 분야에서는 생태지역의 분류와 같은 巨視的인 구분이 선행되어야 한다. 정보처리 분야에서는 기존자료를 분석하는 수준에서 만족하는 것이 현실적이라고 생각된다. 특히 1단계에서는 생태계의 巨視的인 분류가 중요하다. 생물다양성 보전전략을 수립하기 위해서는 우선 생물다양성 분포 패턴을 개략적으로 알아보고 그 특성별로 국가 전체적인 전략을 수립하는 것이 바람직하기 때문이다. 또한 이 巨視的인 분류는 2단계에서 필요한 생태계 분류의 기본 틀이된다. 이와 같은 결과를 가지고 국가보고서를 작성하고 그 나름대로 조사계획을 수립하고 현재의 知識水準을 확인하며 먼저 수립하였던 1단계의 전략을 수정할 수 있다.

2단계에서는 1단계의 결과 분석을 통하여 종자원 분야에서는 地區別 정밀조사를 수행하고 分類群別 상호 작용을 밝히며 關鍵種의 분포지를 확인해야 할 것이다. 생태계 분야에서는 巨視的인 生態地域 분류결과에 의거하여 微視的으로 생태계를 분류하고 생태계내의 공간구조를 분석하며 정보처리 분야에서는 문제분석을 통하여 정보시스템의 구조를 설정하고 거기에 따라 자료를 입력해야 할 것이다. 이 결과를 가지고 地區別 생태 특성을 구명하고 관리계획을 작성하며 훼손된 산림생태계를 摘出하여 그 결과 2단계 전략을 수정해야 할 것이다.

3단계에서는 종자원분야에서는 中樞種을 구명하고 PVA 즉 個體群의 生存性을 평가하며 생태계 분야에서는 생물다양성 체계의 機能分析을 통하여 산길, 물길, 바람길 등에 따른 生態要素의 이동패턴을 구명하고 정보처리 분야에서는 生態系管理 專門시스템을 개발한다. 이 결과를 가지고 생물다양성 보전을 위한 국가 통합관리 대책을 수립하고 훼손된 생태계를 짜깁고 3단계 전략을 수정해야 할 것이다.

단계	종자원	생태계	정보처리	활용계획
1단계	현황분석 임업에 있어서의 생물다양성의 의의	거시분류	기존자료 분석	국가보고서 작성 조사계획 수립 지식수준 확인 1단계 전략수정
2단계	지구별 정밀조사 분류군별 상호작용 추적조사종의 분포 지 확인	미시분류 공간구조분석	정보시스템분석 자료 입력	지구별 특성 구명 지구별 관리 계획 훼손된 생태계 적출 2단계 전략수정
3단계	중추종구명 PVA	생물다양성 체계의 기능분석 (산길,물길,바람길 등에 따른 생태요 소 이동패턴)	생태계관리 전문시 스템 개발	국가통합관리 대책 훼손된 생태계 짜깁기 3단계 전략수정

총체적 전략 수립
(생물다양성을 활용한 임업경영 지침)

재조직 및 생태계 균형유지 시스템 개발

그림 4 단계별 추진계획

이와같은 단계를 거치고나면 그림 3에 제시한 생물다양성 보전체계를 完決한 후 總體的인 전략을 수립하여 생물다양성을 활용한 임업경영 지침을 수립하고 이것을 수차 반복하면서 再組織하여 궁극적으로는 生態系 均衡維持 시스템을 개발하여야 할 것이다.

提言 및 結論

모든 환경문제가 연구 결과를 기반으로 논리를 전개할 수 밖에 없지만 특히 생물다양성 보전전략 수립은 제 4절에서 밝힌 것처럼 연구와 정책결정의 相互 補完을 요구하고 있는 과제이다. 물론 생물다양성의 보전의 최종 성패는 현지 주민과 고도의 정치적인 결정에 좌우된다. 그러나 과거와 같이 하나의 특정 목표와 비교적 단순한 문제가 아니라 사회전반(자연과학이든 사회과학이든)과 역사 전체를 관통하는 문제인 생물다양성 훼손을 방지하기 위한 정책을 수립하기 위해서는 總合接近에 의한 연구결과가 부단히 요구되고 있다. 따라서 여기에서는 이 글 전체의 순환고리를 연결시키기 위하여 앞으로 시급한 연구 과제를 단계적으로 제시하고자 한다.

(1) 생물다양성의 조사 목적과 기본 방향에 대한 원칙이 수립되어야 한다.

생물다양성은 워낙 복잡하고 방대한 분야가 관여되기 때문에 조사 목적이 뚜렷해야 하고 그 목적에 맞는 조사의 기본방향을 설정하여야 所期의 목적을 달성할 수 있다. 조사 목적을 뚜렷이 하지 않고 일반적인 조사를 수행한 후 구체적인 문제를 해석하면 오류가 발생할 수 있다. 이는 특히 희귀 및 멸종위기종, 食藥用 생물이나 환경오염 내성종과 같은 특용종, 외래도입종 등을 그들의 분포패턴을 감안하지 않고 설명할 때 어떤 경우에는 과대치를 어떤 경우에는 과소치를 줄 수 있다. 이러한 오류를 피하기 위해서는 조사 목적을 어느 정도 분류하고 여기에 맞는 조사의 기본원칙을 세울 필요가 있다. 또한 여러 부처간 분야간에 공동으로 조사하고 나아가 조사결과를 함께 활용하기 위해서도 이런 원칙의 수립은 필요하다.

먼저 문제의 素地가 있는 종에 대한 조사의 경우에는 조사 목적을 희귀 및 멸종위기종의 실태를 파악하고 보전대책을 수립하기 위한 것, 中樞種 및 特用種의 실태를 파악하고 지속가능한 이용을 도모하기 위한 것, 외래도입종의 실태를 파악하고 관리대책을 수립하기위한 것 등으로 나눌 수 있는데 이 때에는 조사의 기본원칙이 전국을 대상으로 追跡 調査를 해야한다는 것이다. 특히 외래 도입종은 인간의 이동통로를 따라 거의 線形 分布를 하고 있기 때문에 全數調査에 가깝지 않은 系統調査나 任意調査로는 野張에 登載되기조차 힘들 때가 많다. 이 점에서 다른 목적의 생태조사 결과를 활용하는 것도 문제가 있다는 것을 알 수 있는데 일반적인 생태조사에서는 그 목적상 외래 도입종이 분포하기 쉬운 轉移地帶나 林緣地帶는 조사 대상에서 제외하고 희귀 생물이 분포하는 너무 특수한 입지도 대표성을 고려하여 제외하는 경우가 많기 때문이다. 종들은 그 나름대로 분포패턴이 있는데 이것을 무시하고 계통조사를 한다거나 임의 조사를 하는 것은 어떤 입지에서 단순한 과학적 연구를 수행하는 데는 바람직할지 몰라도 전국적인 실태파악과 보전대책 수립이나 지속가능한 이용, 그리고 관리대책을 수립하는데는 예산, 인력 등을 감안할 때 力不足인 경우가 많다.

그 다음 산림생태계의 생물다양성 보전과 지속가능한 이용을 위한 생태적 관리기술을 개발하기 위해서는 전국의 주요 산림생태계를 선정하여 집중적으로 조사해야 한다. 전국 규모의 생물다양성의 실태조사 성격으로는 전국적인 산림 기본계획이나 관리 전략을 수립할 수 있을 뿐이고 이들을 구체적으로 관리하기 위해서는 그들이 산림생태계의 구조와 기능에 미치는 메카니즘을 해명할 수 있어야 한다. 물론 여기에는 생물다양성 자체의 상호작용과 구조를 구명하는 것도 포함되어야 한다.

마지막으로 생물다양성 보전전략 수립과 모니터링 시스템 개발을 위해서는 전국을 대상으로 遠隔探査 및 지리정보시스템을 활용하여 層化 抽出이나 系統調査를 수행해야 한다. 특히 이것은 생물다양성 감소를 조사할 때 중요한 의미를 갖는다. 생물다양성 변동에 영향을 미치는 因子는 크게 時間的인 것과 空間的인 것으로 구분할 수 있다. 시간적으로 볼 때 어떤 인자가 한 방향으로 변하면(오염물질 증가와 감소의 경우에 종종 그렇듯이) 문제가 없지만 週期的 循環性을 가지

면(기후변동과 같은 경우) 제한된 몇 년의 결과를 가지고 생물다양성 감소를 논하는 것은 엄청난 오류를 불러 일으킬 수 있다. 30년 이상의 주기를 가진 변화가 많으므로 주기성의 차이가 생물다양성 감소율로 표현될 수 있기 때문이다. 더구나 이러한 因子의 영향은 種에 따라 나타나는 기간이 다르기 때문에 문제의 심각성을 더해 주고 있다. 공간적으로 볼 때에는 소규모의 경우 立地要因과 주변 생물환경에 따라 그 생태계의 방향성이 흔들리는 경우가 많기 때문에 어느 한 立地에서만 조사하여 생물다양성의 감소를 논할 수는 없는 것이다. 따라서 공간적으로는 대상지역 전체(국가전략개발에 있어서는 전국)를 대상으로 層化나 系統抽出하고 시간적으로는 時系列 分析 등을 통하여 週期性을 배제할 수 있는 방법을 강구해야 할 것이다.

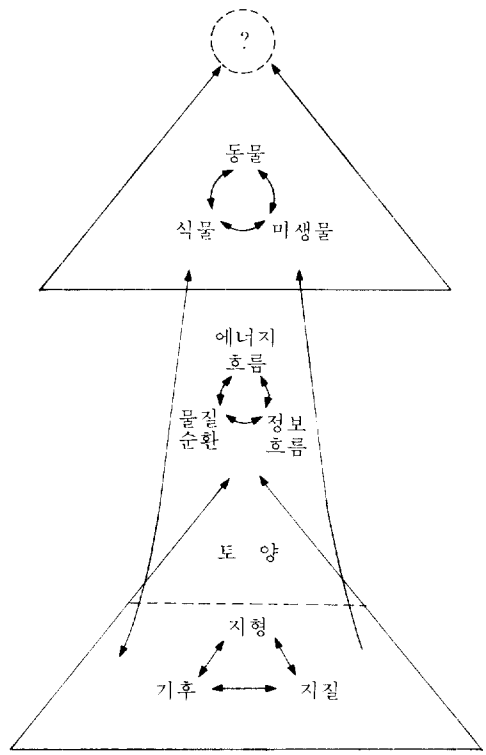
(2) 한반도의 槪略的인 生物多樣性 圈域 구분이 필요하다.

생물다양성 보전전략 수립은 개개의 산골짜기에 들어가서 경영하는 戰術을 개발하는 것이 아니다. 여러 가지 문제에 둘러 싸여 있는 국가 전체의 나아갈 방향을 도모하는 것이다. 따라서 먼저 개략적인 틀을 가지고 국가 전체의 版圖를 들여다 볼 수 있어야 한다. 이들은 물론 기후에 의하여 大區分 되겠지만 생물다양성에는 地域性이 중요한 개념이기 때문에 大地形, 지질, 바다와의 거리, 해양성을 차단하는 산맥의 규모와 패턴, 그리고 인간 간섭 정도, 토지 이용 패턴 등이 개괄되는 권역 구분이 시급하다. 이는 바람직한 조사 계획의 수립에도 필요한 것으로서 이제 까지는 대체로 이러한 권역 구분후 그 특성에 맞게 조사하기 보다는 어떤 산이나 주요 서식지, 공단이나 도시 이름에 따라 조사 하는 경향이 많았다.

현대의 환경문제 앞에서 산림생태계가 가진 문제를 제대로 파악하고 관리하기 위해서는 어떤 일이 벌어지고 있는가 아닌가(산림쇠퇴가 일어나고 있는가 아닌가)를 파악하는 과정과 그 일이 벌어지고 있다면 어떻게 처리하여 바람직한 방향으로 관리해 나갈 것인가(즉 산림쇠퇴가 일어나고 있다면 어떻게 해야 산림생태계를 건전하게 유지할 수 있는가) 라는 물음을 구분해야 한다고 생각된다. 前者는 정책적인 차원이고 後者는 기술적인 차원이기 때문이기도 하지만 한정된 예산과 인력을 가지고 가장 효율적으로 일을 할 수 있는 전략이 될 것이기 때문이다. 따라서 전자를 해결하기 위해서는 권역 구분에 따른 계통조사를 개략적으로나마 빨리 수행하여야 할 것이고 후자를 해결하기 위해서는 권역 특성, 즉 한반도의 전체적인 생물다양성 체계 안에서의 중요 서식지(혹은 주요 산)별로 생물다양성 정밀조사를 수행하여 그들의 세부 특성을 구명해야 할 것이다.

(3) 한반도 전체적인 생물다양성 체계 안에서의 중요 서식지(주요 산)별 특성구명이 필요하다.

앞에서 언급된 것처럼 한반도 생물다양성의 개략적인 틀이 구명되면 그 체계 안에서 중요 서식지나 주요 산을 대상으로 정밀조사를 해야 할 것이다. 물론 국가 차원에서의 정책도 중요하겠지만 林業技術者가 구체적으로 책임져야 할 부분은 이 부분이 될 것이다. 이 정밀 조사의 방향은 생태적 산림 경영에 목표를 두고 설정되어야 한다. 생물다양성 요소와 산림 경영은 서로 긴밀하게



[그림 5] 생태계 구조와 기능의 얼개

영향을 미치기 때문이다. 그런데 이들은 그림 5에 보이듯이 생태계 내에서 여러 가지 생태적 과정을 거쳐 서로 영향을 미친다.

이 그림을 다 설명할 수는 없겠지만 개략적으로 간추려 보면 화살표는 작용 방향을 표시하는 것으로 兩方向으로 된 화살표는 상호작용을 의미한다. 화살표가 맞닿지 않고 떨어져 있는 것은 개방되어 상호 연결되는 시스템을 나타낸다. 아래 위의 삼각형 부분은 생태계의 構成的인 부분이나 줄기에 해당하는 중간은 機能的인 부분을 나타낸 것으로 물론 이러한 기능은 생물간의 관계에서도 항상 일어나고 있다. 즉 이 그림은 空間的인 隔離를 나타낸 것이 아니고 生態系의 構造와 機能的인 얼개를 풀어 보인 것 뿐이다. 공간적으로는 아래 위가 나누어 지지도 않고 한 장소에서 모든 일이 다 일어난다. 제일 위에 있는 물음표는 자연과 인간이 어울려 살아온 문화를 상징하는 것으로 테두리를 실선이 아니고 점선으로 표시한 것은 단순하게는 인간 자체로 압축될 수도 있지만 더 나아가면 공간적으로는 문화적 차이, 시간적으로는 역사를 통하여 믿음과 神的인 개념까지 확장될수 있기 때문에 이 그림 전체를 포용할 수도 있는 것을 나타내기 위해서다. 이 그림은 생태계의 한 구성 요소인 나무의 자연과정과 생태계의 자연과정을 상징적으로 비슷하게 표현할 수 있기 때문에 보는 규모(scale)에 따라 다를 수도 같을 수도 있다는 것을 상징한다. 사실 이 세상에 형체를 가지고 존재하는 것 중에는 완전히 같은 것도 없고 완전히 다른 것도 없다. 이것은 생물종 분류와 더불어 생물다양성 해석에 示唆하는 바가 많다.

어쨌든 그림에서 보이듯이 생물다양성 조사에는 생물종 뿐 아니라 기후, 지질, 지형, 토양 등 물리화학적 다양성에 대한 조사도 수행해야 하고 1절의 환경문제의 구조에서도 밝혔듯이 생물다양성 문제는 대기, 수질, 토양오염 등 환경오염 문제와 기후변화 문제와 맞물려 있기 때문에 정밀조사에는 이들도 포함되어야 한다. 또한 유전적 다양성을 보전할 때에도 산림의 구성과 동태에 관한 적절한 정보를 가지고 경영의 연속성을 보장하는 것이야 말로 산림경영에 있어서의 생산목적과 보전목적을 조화롭게 달성하는데 필수적으로 요구된다(Kemp 1993). 따라서 집중조사에서는 가능한한 그림 5에 제시된 모든 항목 뿐 아니라 공생관계, 꽃가루 받이, 種子散布, 먹이망 등 생물다양성 모든 요소의 보전을 위한 연구가 필요하다. 나아가 인간도 포함한 생태계의 전체성을 유지하기 위해서는 그 지방 문화와 주민의 이용행태, 산의 역사 등 문화적 다양성에 대한 조사도 포함되는 것이 좋다. 따라서 이러한 조사는 몇개의 산에 기지를 설치하고 조사할 수 밖에 없지만 이런 조사 결과는 임업기술 구현의 기반이 되는 것이다.

(4) 훼손된 생태계의 복원기술 개발

훼손된 생태계의 복원은 생물다양성을 연계시켜주는 체계가 훼손되면 전체적으로 쇠퇴하기 때문만이 아니라 훼손된 곳을 복원함으로써 자연상태의 생태계 이용압력을 줄일 수 있다(4절)는 점에서도 중요하다. 다만 이 때 생태계는 동떨어져 있는 것이 아니기 때문에 단순히 복원하는 것이 아니고 복원후에 주변 생태계와 자연스럽게 연계될 수 있도록 洋服에 구멍이 났을 때 周邊織物의 짜임새에 맞추어 올올이 연결하듯이 짜깁기를 시도하는 것이 바람직할 것이다. 이것이 가능할려면 훼손된 생태계도 무엇이 훼손된 것인가? 또 어떤 상태를 훼손되었다고 하는가가 규정되어야 한다. 개발로 훼손되었다면 우선 周邊 植生과 비슷한 식물을 도입하는 것부터 출발하여야 할 것이고 섬처럼 孤立되고 각종 오염 물질과 인위적 피해를 받았다면 주변 생태계와 연계시킴과 동시에 동물 등 생태요소가 이동할 수 있도록 올올이 짜깁기를 해야 완전한 복원이라 할 수 있을 것이다. 이 때 看過하지 말아야 할 것은 어느 경우에나 물길의 도입은 필수적이라는 것이다. 물길이 생태요소의 이동에 꼭 필요할 뿐 아니라 많은 생물들이 生活史를 完決하기 위해서는 水域을 요구하기 때문이다. 이러한 모든 작업이 제대로 진행되어야 훼손된 생태계의 짜깁기라 할 수 있다.

(5) 희귀 및 멸종위기종의 보전과 임업에 중요한 종의 유전적 다양성의 유지

이 문제는 매우 중요한 과제이나 유전적 다양성 조사부터 시작해야 하기 때문에 장기적인 연구 과제로 분류하여 여기서는 詳述하지 않는다. 다만 이들에 관해서도 시급한 것은 서식처 보존이기 때문에 이에 관해서는 앞에서 설명하였고 연구 방향은 4절에서 어느 정도 설명하였다.

(6) 산림자원에 대한 개념확장이 필요하다.

목재 위주의 산림자원개념은 제대로된 산림경영에는 맞지 않다. 앞으로 산림경영이 산림생태계의 총체성을 경영하는 것으로 볼 때 산림생태계의 기본 요소를 구성하는 생물다양성 전반으로 산림 자원의 개념이 확장되어야 할 것이다. 여기에는 희귀 및 멸종위기 생물의 자원적 의의 구명과 특용종 실태 및 관리대책수립, 산림생태계 기능유지의 中樞種 究明, 외래도입종의 실태 및 영향 분석과 같은 생물종에 대한 연구가 우선적으로 요구된다. 나아가 물리화학적 다양성의 再解析이 필요하여 물, 공기, 바위, 토양, 기후, 지형, 지질 등은 물론 각 산의 성격, 산맥 패턴의 유사성과 독특성을 이해하여 이들이 우리 나라 전체의 다양성에 어떤 영향을 미치는가를 파악하고 산림 자원의 개념에 포함시켜야 할 것이다. 또한 앞에서 열거한 생물다양성 요소와 이들의 統合體인 산에 대하여 우리 민족의 역사 전체를 통하여 평가하고 그렇게 오랫 동안 산을 의지하고 살아온 우리 민족은(신준환 1992) 생물다양성의 구성 요소와 산림생태계에 어떤 영향을 미쳤는가를 연구함으로써 문화적 다양성에 이르기까지 산림자원의 개념을 확장 시켜야 할 것이다. 현재의 산은 자연과 인류의 交感의 場으로서 우리 앞에 있기 때문이다.

그런데 이와 같이 하는 것이 산림경영과 산림자원의 활용에 공통 기반은 되지만 生物多樣性과 生物資源의 차이점에 대하여 명확히 할 필요가 있다. 생물다양성과 생물자원을 혼동함으로써 현실적인 접근을 모호하게 하는 경우가 종종 있기 때문이다. 물론 생물다양성은 산림생태계의 경영에 기본요소임에 틀림없다. 그러나 이것은 산림경영에 필요한 기술적인 요건을 갖추기 위해서 요구되는 지식체계이지 '山林資源'이라는 개념과 합치되는 것은 아니다. 생물다양성은 기본적으로 생태계를 유지 발전시키는 생태계의 구성성분이다. 생태계는 속성상 그 체계가 微視的인 쪽과 巨視的인 쪽으로 連續的으로 收斂發散하기 때문에 논리전개의 편의상 인위적으로 구분하지 않고는 자연적으로는 구분되지 않으므로 생물다양성 개념도 앞에서 보았듯이 일반적인 개념 설정만 가능하지 구체적으로 정의할 수는 없는 것이다. 그러나 산림자원은 분명히 인간의 생활에 어떤 경제적인 가치를 제공하는 것이다. 여기서 경제적인 가치란 인간이 구체적인 효용을 느끼고 돈을 지불할 의사를 가진다는 것을 의미하지 시장의 상품가치만을 의미하는 것은 아니다.

즉 생물다양성은 산림생태계의 경영을 위해 필요한 개념이고 산림자원은 경제적인 임업경영을 위해 필요한 개념이다. 그렇다고 하여 과거처럼 자원의 이용측면만을 강조할 수는 없을 것이다. 바꾸어 말하면 생물다양성은 명확히 규정은 할 수 없지만 산림자원을 創出해주는 母胎가 되는 것이다. 또한 산림자원은 파괴된 후에도 복구가 일부 가능하지만 생물다양성은 한번 파괴되면 原狀回復이 영원히 불가능하다(윤일병과 문태영 1992). 따라서 우리는 산림생태계를 지속적으로 유지하기 위한 現地保全에서는 생물다양성을, 인류의 삶의 질을 개선함과 동시에 보전비용을 확보하기 위한 效用創出에서는 산림자원을 경영하는 것이다. 더구나 생물다양성의 보전은 생물자원의 가치를 이해하는 것이 先決要件(Wilson 1992)이라는 점에서도 林業人은 이 두가지를 동시에 조화롭게 경영해야할 근거가 성립된다. 산림의 생물다양성 보전에 미치는 산림자원의 중요성을 인식한 世界生物多樣性戰略(WRI 등 1992)에서는 지속가능한 林産物의 市場開發 原則을 다음과 같이 제시하고 있다 즉 1)기존 시장에 무엇이 있는가에서 부터 출발할 것, 2)생산물을 다양하게 하고 소수의 임산물에의 의존성을 줄일 것, 3)최종 이용형태와 量을 다양화 시킬 것, 4) 利用段階를 늘여서 가치가 점점 부가되도록 할 것, 5)지속가능한 이용이 되도록 시장개발원칙을 수립할 것 등이다.

결론적으로 말해서 이제는 우리가 단순한 보호위주의 보전논리만 가지고 인류와 자연이 공생하는 지속가능한 개발을 도모할 수는 없는 것이다. 보호 윤리와 더불어 보전할 만한 가치를 創出하여 가능한한 많은 사람들이 보전에 공감할 수 있고 그들의 삶의 현장에서 일어나는 일과 乖離되지 않고 生業과 保護가 자연스럽게 어울릴 수 있도록 할 수 있는 방안을 강구해 주어야 할 것이다. 바람쐬러 휴가다녀오는 식으로 띠를 두루고 의식적으로 도덕군자가 되었을 때에는 환경보전이 至上課題이고 삶의 現場에 돌아와서는 다시 그렇고 저렇게 살아가는 식이어서는 곤란하다. 또한 이제는 단순한 지식 축적만 가지고 생물다양성 보전 사업을 추진할 수는 없는 것이다. 각

계 각층의 지혜로운 판단이 중요하다.

引 用 文 獻

1. 동완(역). 1975. 인간의 역사(일리인 지음). 동서문화사, 서울. 422pp.
2. 신준환. 1992. 산림의 환경개선기능: 도시와 숲과의 만남을 위하여. 조경수 7호:20 - 32.
3. 윤일병, 문태영. 1992. 동남아 개발도상국의 생물다양성 보존 문제. 자연보존 80:39 - 47.
4. 홍동선(역). 1991. 자기조직하는 우주: 새로운 진화 패러다임의 과학적 근거와 인간적 함축(에리히 얀치 지음). 범양사 출판부, 서울. 478pp.
5. 홍욱희(역). 1992. 가이아의 시대: 살아있는 우리 지구의 전기(제임스 러브록 지음). 범양사 출판부, 서울. 352pp.
6. 坂口勝美. 1993. 森林の環境をめぐる用語の檢討. 林業技術 614:36 - 39.
7. Andrews, P. and C. Stringer. 1993. The primates' progress. pp.216 - 251 in S.J. Goulded. The book of life. W.W. Norton & Company, New York. 256pp.
8. Bennett, G. (ed) 1991. Towards a european ecological network. Institute for European Environmental Policy, Arnhem, The Netherlands. 80pp.
9. Brum, G., L. McKane and G. Karp. 1994. Biology: Exploring life. 2nd edition. John Wiley & Sons, New York. p.764
10. Edelstam, C., G. Skoog, H. Lundberg, and C. Ramel. 1992. Perspectives on the maintenance of biodiversity. The Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm, Sweden. 30pp.
11. FAO. 1994. The State of food and agriculture. FAO, Rome. 357pp. FAO Agriculture Series, no. 27.
12. Hunter, M.L. Jr. 1990. Wildlife, forests, and forestry: Principles of managing forests for biological diversity. Regents/ Prentice Hall, Englewood Cliffs. 370pp.
13. Gron, A.H. 1947. The economic foundations of forest politics. Unasylva 1(3)
14. IUCN. 1994. A Guide to the convention on biological diversity. Environmental Policy and Law Paper No. 30. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 161pp.
15. IUCN, UNEP and WWF. 1991. Caring for the earth: A strategy for sustainable living. Gland, Switzerland. 228pp.
16. Keller, B. and P. Wick. 1984. Glacier garden lucerne. Gletschergarten Luzern, Lucerne. 47pp.
17. Kemp, R.H. 1993. Conservation of genetic resources in tropical forest management: Principles and concepts. FAO Forestry Paper 107. FAO, Rome. 105pp.
18. Laarman, J.G. and R.A. Sedjo. 1992. Global forests: issues for six billion people. New York, McGraw - Hill.
19. Lovelock, J. 1991. Healing gaia: practical medicine for the planet. Harmony Books, New York. 192pp.
20. Miller, G.T. 1994. Sustaining the earth: An intergrated approach. Wadsworth Publishing Company, Belmont. 360pp.
21. Ontario Forest Policy Panel. 1993. Diversity: Forests, people, communities— A comprehensive forest policy framework for Ontario. Queen's Printer for Ontario, Toronto. 147pp. .
22. Primack, R.B. 1993. Essentials of conservation biology. Sinauer, Sunderland. 564pp.
23. UNEP. 1990. UNEP profile. Nairobi, Kenya. 48pp.
24. UNEP. 1992. UNEP two decades of achievement and challenge. Nairobi, Kenya. 52pp.
25. WCED. 1987. Our common future. Oxford University Press, Oxford. 400pp.
26. Wilson, E.O. 1992. The diversity of life. Norton, New York. 424pp.
27. WRI, IUCN, and UNEP. 1992. Global biodiversity strategy. 244pp.