

## 북한지역 REDD 잠재량 및 사업비용 추정

구자춘\*, 윤여창  
(서울대학교 산림과학부)

### 1. 서 론

남한은 1970~80년대에 치산녹화사업을 국가의 중요사업으로 추진하여 산림녹화에 성공하였다. 반면, 북한은 1990년대 이후 소련과 동구권의 공산주의정권의 붕괴 이후 외국으로부터의 에너지 등 물자의 공급이 원활하지 않아 자력갱생의 길을 추구하게 되었고, 그 결과 많은 산림이 황폐화되었다. 1990년대 이후 북한은 전체 산림지의 약 20%이상이 황폐화된 것으로 알려져 있다. 이에 남한의 시민단체와 지방정부는 북한의 산림황폐화 문제를 돕기 위하여 지난 10여 년 동안 산림복구를 위한 양묘장 건설과 산림병충해의 방제를 위한 약제공급 등 북한의 산림황폐화 방지를 지원하기 위한 남북협력사업을 추진하였다. 그러나 그 규모가 크지 않았고, 남북한의 교류협력사업은 북한의 핵문제 등 국제정치문제로 인하여 중단되기도 하는 등 어려움이 많았다. 한편, 2009년 12월, 덴마크 코펜하겐에서 열린 UN기후변화협약의 이행을 위한 제15차 당사국총회에서 선진국들이 2013년부터 산림황폐화 방지를 통한 온실가스방출저감(REDD+)에 대하여 재정적 지원을 약속하는 합의를 채택하였다. REDD는 온실가스 감축을 위한 사업으로써 당위성과 경제성이 충분하다고 볼 수 있다. 산림황폐화를 통하여 배출되는 온실가스 양은 전체의 17%를 차지한다는 점(IPCC,2007), REDD가 가장 비용효과적인 온실가스 감축 수단이라는 점(Stern,2007;Sathaye et al, 2007), REDD를 통해 생물다양성 증진, 원주민 지원 등 사회·환경적인 편익을 제공할 수 있다는 점(UNEP-WCMC, 2007) 때문이다. 이러한 시대적 요구에 따라 남한은 북한의 산림황폐화 방지 사업에 적극적으로 참여할 필요가 있다. 본 연구는 본격적인 사업 추진에 앞서 북한지역의 REDD 잠재량을 산정해보고, 사업에 소요되는 비용을 추정하는 사전적 연구의 성격을 띤다. 이를 위해 Adrian Deveny 외 (2009)가 Forest Carbon Index를 산정함에 있어 활용한 방법의 일부를 활용하였다.

### 2. 분석모형

#### 1) 북한지역 REDD 잠재량

REDD 잠재량 산정식은 「식 1」 과 같다. 단위면적은 Cell(1km×1km)이고, 단위는 탄소톤( $tCO_2eq.$ )이다. Cell은 JRC<sup>1)</sup>(2003)이 개발한 GLC<sup>2)</sup>2002의 토지피복 표시 기준으로, 31개 Class로 구성되어 있다. Adrian Deveny 외 (2009)는 Class에 따라 REDD 가능지역과 A/R CDM 가능지역을 나누었다. 3.66은 탄소량(tC)을 탄소톤( $tCO_2eq.$ )으로 전환하는 계수이며, 0.8은 비영속성에 대한 위험완충계수이다.

$$REDD \text{ 잠재량} = \left( \frac{tCO_2eq.}{Cell} \right) = \left( \frac{tC}{ha} \right) \times \left( 3.66 \frac{CO_2eq.}{C} \right) \times (0.8) \times \left( \frac{ha}{Cell} \right) \quad \dots \text{「식 1」}$$

#### 2) 북한지역 REDD 사업비용

REDD 사업비용, 즉  $1tCO_2eq.$ 을 획득하기 위하여 소요되는 비용은 「식 2」의 농업부문의 연간 토지기회비용

1) European Commission Joint Research Center  
2) Global Land Cover를 의미함.

을 활용하여 추정하며, 그 세부 산정식은 「식 3」과 같다. 「식 2」는 100년 동안 산림으로 유지하기 위한 기회비용을, \$A/ha는 타용도로 전환하였을 때, 단위면적당 이윤(Reward)을, r은 이자율<sup>3)</sup>을 의미한다. 1.12는 프로젝트 개발자가 시간에 따라 추가적으로 부담하여야 하는 비용을 조정하기 위한 할인율이다. 이때, REDD 프로젝트 기간은 2013년부터 2020년까지이다.

$$\text{년간 토지기회비용}_{\text{REDD}}\left(\frac{\$}{\text{ha}}\right) = \max\left[\sum_{t=1}^{100} \frac{\$A/\text{ha}}{(1+r)^t}, \$T + \sum_{t=1}^{99} \frac{\$A/\text{ha}}{(1+r)^t}\right] \quad \dots \text{「식 2」}$$

$$\text{REDD 비용}\left(\frac{\$}{tCO_2eq.}\right)_{2020} = \left[\frac{\max\left(\sum_{t=1}^{100} \frac{\$A/\text{ha}}{(1+r)^t}, \$T + \sum_{t=1}^{99} \frac{\$A/\text{ha}}{(1+r)^t}\right)}{tC/\text{ha} \times 3.66 \times 0.8}\right] \times (1.12)^8 \quad \dots \text{「식 3」}$$

### 3. 분석대상

#### 1) 북한지역 REDD 잠재량

「식 1」을 활용하여 REDD 잠재량을 산정함에 있어 필요한 자료는 북한지역의 단위면적(ha)당 평균 탄소축적량(carbon stock)과 Adrian Deveny 외(2009)가 REDD 가능지역으로 구분한 Cell의 개수이다. 북한의 산림면적 및 탄소축적량은 FAO(2005)의 세계 산림자원 평가(The Global Forest Resources Assessment)를 활용하였다. 이 보고서에는 북한의 산림면적은 6,187천ha이며, 탄소축적량은 지상부가 170백만 톤, 지하부가 62백만 톤, 죽은 나무에 저장된 것이 34백만 톤이라 보고되어 있다. 이때, 탄소축적량을 산정함에 있어 지상부 및 지하부를 포함하는 경우(37.49tC/ha)와 죽은 부분까지 모두 포함하는 경우(42.99tC/ha)로 나누었으며, 높은 토지 전용율, 체제의 불안정성 등을 고려하여 위험 완충계수로 0.5를 추가하였다. 한편, REDD 가능 Cell의 개수는 JRC(2003)이 제공한 자료를 GIS 분석을 통해 산출하였다.

#### 2) 북한지역 REDD 사업비용

「식 3」을 이용하여 REDD 사업비용을 추정하기 위해서는 단위면적당 농업 토지기회비용(\$A/ha), 이자율(r)이 필요하다. Robin Naidoo 외 (2007)는 토지, 강수량, 비용, 생산량, 작물종류 등 다양한 요소를 종합적으로 고려하여 국가별 농업 토지기회비용을 계산<sup>4)</sup>한 바 있다. Robin Naidoo 외(2007)의 연구 결과를 볼 때, 북한지역의 연간 농업 토지기회비용은 25~75\$/ha로 추정된다. 본 연구에서는 여러 경우의 수를 고려하여 북한지역 REDD 사업비용 산정을 시도하였다. 연간 농업 토지기회비용을 25\$/ha, 50\$/ha, 75\$/ha로 구분하였으며, 이자율(r)을 10%, 20%로 구분하였다. 위험완충계수를 0.8, 0.5로 구분하였으며, 탄소축적량을 산정함에 있어 지상부와 지하부를 포함하는 경우와 모두 포함하는 경우로 구분하였다. 즉, 24개 경우에 대한 북한지역 REDD 사업비용을 추정한 것이다.

### 4. 분석결과 및 해석

GIS 분석을 통해 REDD가 가능한 범례에 해당하는 Cell의 개수는 120,651<sup>5)</sup>로 산출되었다. 「식 1」을 통한 북

3) Adrian Deveny 외(2009)는 국가별 이자율을 책정함에 있어 OECD 국가는 4%를, LDC(최빈국)에는 20%를, 기타에는 15%를 적용하였음.

4) 연간 최대값은 6,500\$/ha, 평균은 55\$/ha, 표준편차는 130\$/ha임.

5) Class2(103,181개), Class3(14,582개), Class4(453개), Class5(1,202개), Class19(1,227개)

한지역 REDD 탄소배출권 총 잠재량은 827백만~1,518백만 $tCO_2eq.$ 으로 추정되었다. 이때, 북한의 산림이 연간 10만ha씩 황폐화되고 있다고 가정하는 경우, 즉 2013년부터 2020년까지 8년 동안 약 80만ha가 소멸되는 경우, REDD 사업을 통해 획득할 수 있는 탄소배출권 잠재량은 54백만~100백만 $tCO_2eq.$ 으로 추정된다. 이 수치는 2009년 11월 확정된 ‘2020년 국가 온실가스 감축목표’인 2020년까지 BAU 대비 30% 감축, 2005년 대비 4% 감축<sup>6)</sup>을 달성하는 데 필요한 200백만 $tCO_2eq.$ 의 약 50%에 해당한다. 한편, 24개 경우의 수에 대한 북한지역 REDD 사업비용의 평균은 10.2\$/ $tCO_2eq.$ , 표준편차는 6.4\$/ $tCO_2eq.$ 이었으며, 그 범위는 2.45~27.05\$/ $tCO_2eq.$ 였다. Adrian Deveny 외(2009)는 탄소배출권 획득 사업이 가능한 최대 가격을 20\$/ $tCO_2eq.$ 으로 보았으므로, 북한지역 REDD 사업은 비용적인 측면에서 볼 때, 타당성이 있다고 판단할 수 있다.

---

6) BAU에 따른 2020년 예상 온실가스 배출량은 813백만 탄소톤으로, 30%(244백만 톤)를 감축했을 때 569백만 탄소톤이 됨. 목표치인 569백만 톤은 2005년 배출량인 594백만톤과 비교했을 때, 4%(25백만 톤) 감축한 것에 해당함.