

# 숲가꾸기 사업에서의 산림 바이오매스 발생량 추정(제1보)

– 시뮬레이션에 의한 발생량 전망 –

안병일<sup>1</sup> · 이균식<sup>2</sup> · 김철환<sup>† 3</sup> · 이지영<sup>3</sup>  
(2009년 7월 25일 접수: 2009년 10월 4일 채택)

## Estimation of Forest Biomass Arising from Forest Management Operation I

– Estimation Based on Simulations –

Byeong-Il Ahn<sup>1</sup>, Kyun-Shik Lee<sup>2</sup>, Chul-Hwan Kim<sup>† 3</sup>, Ji-Young Lee<sup>3</sup>  
(Received July 25, 2009; Accepted Oct. 4, 2009)

### ABSTRACT

This paper estimates the nation wide amount of forest biomass arising from management operation for domestic forest based on the simulations that are composed of five scenarios for selecting the target area of thinning. In 2009, the forest biomass arising from thinning is estimated to be 6,642,174 m<sup>3</sup>. The estimates of forest biomass in 2015 and 2018 are 5,935,140 m<sup>3</sup> and 5,682,538 m<sup>3</sup>, respectively. Since the target forest for thinning policy is estimated to be decreasing, the biomass generated by thinning will decline too. The estimates of forest biomass can be used to induce more effective application of woody biomass rather than one-sided use such as raw materials for solid fuels including pellets and charcoals.

---

• 본 논문은 2009년 산림과학기술개발사업 과제의 지원으로 수행되었습니다.

1 경상대학교 농업경제학과/농업생명과학연구원(Dept. of Agricultural Economics/IALS, Gyeongsang National Univ., Jinju, 660-701, Korea)

2 경상대학교 농업경제학과 석사과정

3 경상대학교 임산공학과/농업생명과학연구원(Dept. of Forest Products/IALS)

† 주저자(Corresponding author: E-mail: jameskim@gnu.ac.kr)

**Key words:** Forest biomass, thinning, simulations, solid fuels, woody biomass

## 1. 서론

우리나라의 경우 산림 바이오매스는 여타 자원에 비해 국내 잠재량이 가장 풍부하여 활용가능성이 뛰어난 자원이다.<sup>1)</sup> 그러나 산림 바이오매스는 발생원과 용도가 다양함에도 불구하고 국내에서는 발생원 별로 어느 정도의 산림 바이오매스가 발생되고, 어떻게 이용되는지에 대한 자세한 통계 자료나 연구가 매우 미흡한 실정이다.

국내의 목질바이오매스 활용을 살펴보면 목질바이오매스의 상당부분을 차지하는 각종 부산물은 2005년 기준으로 연간 465만 톤이 발생하여 이중에 산림부산물이 87.7%를 점하고 있으며 각종 개발사업 부산물이 나머지 부분을 차지하고 있다. 목질계 바이오매스는 연간 300만 m<sup>3</sup> 이상 생산가능하며, 2006년 기준 목질계 바이오매스 수요량은 126만 4천 톤이었지만 공급량은 발생량의 12.7%인 12만 5천 톤에 불과하다고 한다. 산림 바이오매스는 경제성이 뛰어난 자원임과 동시에 환경 친화적인 특징을 지닌 자원으로 각광받고 있는데<sup>2)</sup> 현재까지의 산림 바이오매스

는 연료화 등의 에너지원으로만 활용하는 데에 정책적 초점이 맞추어져 왔으나 산림 바이오매스를 보다 효율적·경제적으로 이용할 수 있는 다양한 방안을 찾는 것이 매우 필요한 시점이다. 특히 산림 바이오매스는 제지용 원료인 펄프의 핵심 원료임에도 불구하고 최근 국내에서는 숲가꾸기 사업을 통해 발생하는 산림 바이오매스를 펠릿이나 목탄과 같은 바이오연료의 용도로만 한정 취급하고 있기도 하다.<sup>3,6)</sup> 우리나라는 펄프 자급률이 약 20%에 불과하기 때문에 국내에서 발생하는 산림 바이오매스의 효율적 이용이 매우 필요하다. 특히 화학펄프 공정은 펄핑 후 발생하는 흑액과 같은 원료가 바이오리파이너리(biorefinery) 공정을 통해 충분히 바이오연료로 사용될 수 있는 최적의 원료가 될 수 있으므로 펄프 공정은 산림 바이오매스를 고부가가치로 활용할 수 있는 최상의 방법이 될 수도 있다.<sup>10)</sup> 이와 같이 산림 바이오매스의 효율적 및 경제적 활용을 위해서는 먼저 국내 산림 바이오매스의 발생량의 규모가 어느 정도인지를 파악하는 것이 매우 필요하다고 할 수 있다.

산림 바이오매스는 임목부산물, 생활계폐목재, 건

**Table 1. Areas under forest management project by activity (unit: ha)<sup>8)</sup>**

구분	간벌	천연림보육	어린나무 가꾸기	풀베기	덩굴제거	조림	메워심기	기타	합계
1998	8,080	14,785	3,842	2,251	5,996	-	-	5,090	40,044
1999	33,730	42,513	7,312	12,076	21,775	2,153	-	9,907	129,466
2000	19,439	13,797	16,237	73,015	36,195	-	9	117,097	275,789
2001	17,637	16,827	14,959	57,394	26,877	-	16	95,378	229,088
2002	42,035	48,449	33,530	66,481	54,245	-	28	51,505	296,273
2003	68,432	103,312	38,285	70,955	64,451	-	51	653	346,139
2004	68,349	110,838	25,702	64,614	48,486	-	-	18,693	336,682
2005	62,541	121,537	22,106	61,396	47,753	-	-	33,092	348,425
2006	56,287	122,937	18,073	63,313	40,412	-	-	33,137	334,159
2007	47,173	128,917	19,874	49,945	25,265	-	-	33,130	304,304
2008	49,627	166,366	19,172	71,822	29,564	-	-	41,065	377,616

Source: Forest statistics

설폐목재, 사업장폐목재 등 다양한 배출원이 있으나, 이중 임목부산물의 비중이 가장 크다.<sup>9)</sup> 임목부산물 산림 바이오매스는 간벌과 같은 육림작업 후에 발생하는 것으로써 우리나라에서는 산림청의 숲가꾸기 사업에 의해서 주로 발생하고 있다.

산림청에서 시행하는 숲가꾸기 사업은 나무의 생장을 촉진시키고 재질 향상을 도모하여 건강한 숲을 조성하는 것을 목적으로 생육단계별로 나무를 가꾸어 주는 사업이다. 숲가꾸기 사업은 한 번의 사업 시행으로 끝나는 것이 아니라 조립 후 2-5년간 풀베기, 15년 후에는 어린나무 가꾸기, 이후 10년간의 간격으로 2-3회의 솎아베기 등을 시행하는 반복적인 사업이다.

숲가꾸기 사업은 1973년 녹화사업을 시작으로 2009년 현재까지 시행되고 있다.<sup>7)</sup> Table 1에서 볼 수 있는 바와 같이 연도별 숲가꾸기 실적은 점진적으로 증가하는 추세인데, 사업실적은 1998년 40,044 ha로 시작하여 2007년에는 약 660% 증가한 304,306 ha로 증가하였다. 다양한 숲가꾸기 사업 중에서 직접적으로 산림바이오매스를 발생시키는 사업은 “간벌과 천

연림 보육 사업”이다.<sup>3)</sup>

본 연구에서는 이와 같이 산림 바이오매스 발생원 중 가장 큰 비중을 차지하는 숲가꾸기 사업을 중심으로 향후 10년간의 산림 바이오매스 발생량을 전망하고자 한다. 본 연구에서는 숲가꾸기 사업에서 발생하는 ha당 바이오매스 발생량에 대해서는 선행연구 결과를 참조하되, 사업 대상지에 대해서는 다양한 숲가꾸기 Model를 설정하고 이를 바탕으로 대상면적 도출을 위한 시뮬레이션을 실시하였다. 이러한 결과를 바탕으로 숲가꾸기 사업을 통해 발생되는 영급별 산림 바이오매스의 총량을 예측하여 이를 경제적, 그리고 효과적으로 활용하기 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

## 2. 연구방법- 숲가꾸기사업 Model 설정

해당 년도에 숲가꾸기 사업을 구체적으로 어느 정도나 실시할지는 산림청의 예산이나 기타 여러 여건에 따라 달라질 것이다. 그러나 숲가꾸기 사업의 목적

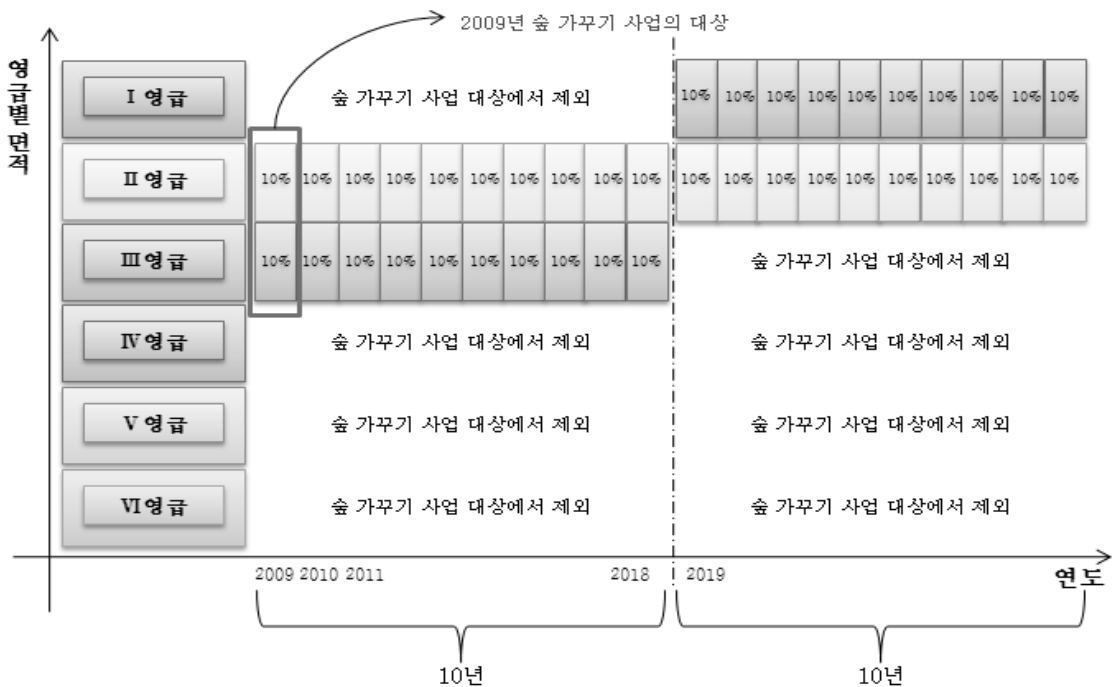


Fig. 1. Target area for thinning under the assumption that all the forest is composed of 0, 10, 11, 21, 31, 41 and 51 years old trees.

이 나무의 성장을 촉진시키고 재질 향상을 도모하는 것이라는 점을 감안한다면, 나무가 이상적으로 자라기 위해서 시행되어야 하는 숲가꾸기 횟수 및 방법이나 대상면적은 합리적인 방법을 전제로 할 경우 사전적으로 가늠해 볼 수 있다. 본 연구에서는 이와 같이 상황을 고려하여 다양한 숲가꾸기 사업 Model을 설정하여 숲가꾸기 대상면적을 연도별로 추정하였다.

숲가꾸기 중 산림바이오매스를 발생시키는 주요 사업은 앞에서 논의한 바와 같이 10년 간격을 기준으로 2-3회 숲야베기를 하는 것이므로, 사업대상면적을 연도별로 추정해 보기 위해서는 전망의 기준시점에 우리나라 전체 산림면적에서 숲가꾸기가 어느 정도 진척되었나에 대한 가정과 사업대상이 되는 산림(나무)을 선택하기 위해 필요한 나무 수령에 대한 가정이 필요하다.

이를 위해서 우선 가장 최근의 통계자료<sup>8)</sup> 확보가 가능한 년도인 2008년도를 전망의 기준시점으로 삼고, 2008년까지는 우리나라의 모든 산림면적에 대해 정상적으로 숲가꾸기가 실시되었다고 가정을 하였다. 따라서 30년생에서 39년생 수령으로 구성된 IV영급 산림면적은 IV영급에 도달할 때까지 모든 숲가꾸기가 완료되었다고 가정을 하여 본 연구에서는 IV영급 및 그 이상 영급의 산림은 산림바이오매스 추정을 위한 숲가꾸기 대상면적 추정에서 제외하였다. 또한 0년생에서 9년생 수령으로 이루어진 I영급 산림은 어린나무 가꾸기 사업이 주 대상이므로 이 역시 산림바이오매스 추정을 위한 숲가꾸기 대상면적에서 제외하였다. 따라서 본 연구에서는 10년생에서 19년생 수령으로 이루어진 II영급 면적과 20년생에서 29년생으로 이루어진 III영급 면적만을 대상으로 하였다. 즉, 본 연구에서는 산림바이오매스를 직접적으로 발생시키는 숲가꾸기 사업인 숲야베기만을 그 대상으로 하였다.

다음으로 사업대상이 되는 산림의 수령에 대한 분포에 대한 정보가 필요한데, 현재의 임업통계상에서는 영급별 면적에 대한 통계 이외에는 수령에 대한 통계가 확보되지 못한다. 따라서 본 연구에서는 모든 영급내의 수령이 동일하다는 가정과, 모든 영급내의 수령은 균등하게 분포되어 있다는 두 가지 가정을 기초로 Model을 설정하였다.

## 2.1 동일 영급 내 나무는 최소 수령의 나무만으로 구성되어 있다고 가정하는 경우 - Model 1: 매년 II, III영급 숲 면적의 1/10씩 숲가꾸기 하는 경우

첫 번째 Model은 극단적이지만 시물레이션이 용이한 상황을 대상으로 한 것으로서, 전체 산림은 영급별로 최소의 수령인 0년생, 10년생, 그리고 20년생만으로 분포하며, 현재의 영급은 10년이 지나면 다음의 영급으로 성장하는 상황을 설정하였다. 따라서 숲가꾸기 사업의 대상이 되는 II, III영급은 2009년에는 10년생 및 20년생 수령의 나무로만 구성되어 있지만 10년이 지나 2019년이 되면 20년생 및 30년생이 되어 III, IV영급으로 성장하는 상황이 첫 번째 Model이다.

이와 같은 Model에서는 Fig. 1과 같이 2009년의 I영급은 숲가꾸기 사업의 대상이 아니지만 10년이 지나면 II영급으로 성장하기 때문에 숲가꾸기 사업의 대상이 된다. 또한 2009년의 II영급은 숲가꾸기 사업을 2번 더 실시할 수 있으며 III영급은 기준년도(2008년)까지 정상적으로 숲가꾸기를 실시하였다고 가정하였으므로 앞으로 숲가꾸기 사업을 1회 더 실시할 수 있다. 하지만 10년이 지나면 2009년의 III영급은 2019년의 IV영급으로 성장하므로 숲가꾸기 사업에서 제외된다. 다음으로 2009년의 IV영급은 2008년까지 정상적으로 숲가꾸기를 실시하여 왔다고 가정하였기 때문에 더 이상 숲가꾸기를 실시할 필요가 없다. 다시 말하면 2009년부터 2018년까지의 숲가꾸기 사업의 대상 영급은 II, III영급이며, 2019년부터 2028년까지의 숲가꾸기 사업 대상 영급은 2009년 시점의 I, II영급이고 나머지 영급은 숲가꾸기 사업의 대상에서 제외된다.

숲가꾸기는 10년을 주기로 실시되므로, 매년 대상이 되는 영급 면적의 1/10씩 숲가꾸기를 한다고 설정하는 것이 합리적이라고 할 수 있는데, 이러한 상황에서 연도별로 숲가꾸기 사업의 대상면적을 전망해보면 2009년에는 269,035 ha로 전망된다. 또한 모든 영급의 수령은 동일하다고 가정하였기 때문에 2010년부터 2018년까지 숲가꾸기 사업 대상면적 역시 269,035 ha로 동일하게 유지되는 것으로 전망된다.

## 2.2 영급 내 나무의 수령이 균등하게 분포되어 있다고 가정

영급 내 수령분포에 대한 두 번째 상황은 각 영급별로 수령이 균등하게 분포되어 있다고 가정하는 경우이다. 즉, I영급의 숲은 0-9년생 수령의 나무가 각각 10%씩 균등하게 분포되어 있으며, II영급의 숲은 10-19년생 수령의 나무가 각각 10%씩 균등하게, III영급 숲 역시 20-29년생 수령의 나무가 각각 10%씩 균등하게 분포되어 있고 기타 영급에 대해서도 각 수령의 나무가 10%씩 균등하게 분포되어 있는 경우이다.

### 2.2.1 Model 2: 매년 II, III 영급 숲 면적의 1/10씩 숯가꾸기 하는 경우

이러한 수령분포를 가정한 상황에서 가장 우선적으로 생각해 볼 수 있는 Model은 10년을 주기로 숯가꾸기 사업이 시행되기 때문에 각 영급의 숲에 대해 매년 1/10씩 숯가꾸기를 실시한다고 설정하는 것이다.

이러한 Model에서는 수령이 균등하게 분포되어 있다고 가정을 하였기 때문에, 순차적으로 1년이 지

나면 이전 영급면적의 10%는 다음 영급 숲 면적으로 이동하게 된다. 즉, 2008년도 II영급의 19년생은 2009년도에 20년생으로 성장하여 III영급으로 도달하게 되며, 2008년도 III영급의 29년생은 2009년도에 30년생으로 성장하여 IV영급으로 도달하게 된다. 따라서 2009년의 III영급 숲 면적은 2008년의 III영급 숲 면적에서 2008년의 III영급 숲 면적의 1/10을 차감하고 2008년의 II영급 숲 면적의 1/10을 더한 값이 된다. 이러한 관계는 식(1)을 통해 나타낼 수 있다.

$$Y_t^i = Y_{t-1}^i - 0.1 \times Y_{t-1}^i + 0.1 \times Y_{t-1}^{i-1} \quad (\text{식 1})$$

여기서  $Y_t^i$ 는 t 시점의 i 영급의 면적이며,  $Y_{t-1}^i$ 는 t-1 시점의 i-1 영급의 면적,  $Y_{t-1}^i$ 는 t-1 시점의 i 영급의 면적,  $Y_{t-1}^{i-1}$ 은 t-1 시점의 i-1 영급의 면적이다. 이러한 방법에 기초한다면 I 영급의 면적은 점차 감소하여 2017년이 되면 0이 되는 것으로 나타난다. 만일 예를 들어 주벌을 할 수 있는 최소연령을 VI영급의 59년생이라 가정한다면 VI영급에서 감소하는 10%를 주벌되는 부분이라고 간주할 수 있는데, 우리나라의 법 상 주벌된 나무의 면적에 대해서는 신규 조림을 해야 하

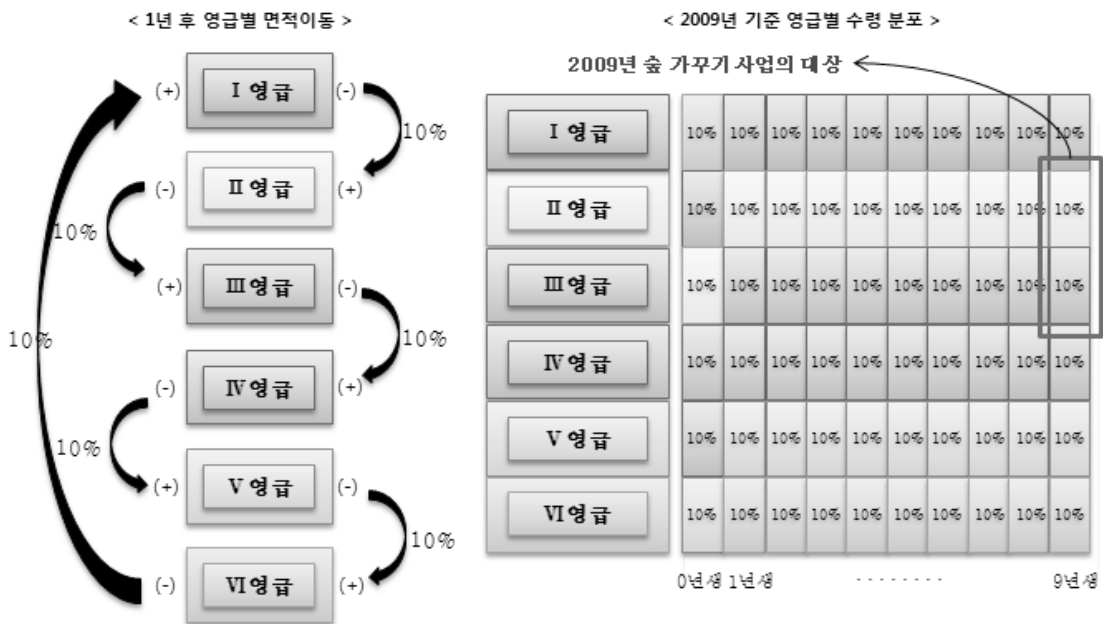


Fig. 2. Target forest for thinning under the assumption that all the forest is uniformly distributed across the ages of trees (example for 2009).

므로 주별로 인해 감소한 VI영급의 59년생 10%만큼은 I 영급에서의 신규 조림면적에 해당한다고 할 수 있다. 즉, 2008년도 VI영급 숲 면적의 10%는 2009년도에는 I 영급 면적만큼으로 이동하게 되는데, 이러한 관계는 Fig. 2에 묘사되어 있다.

Model 2에서는 식(1)을 통해 도출된 II, III영급 면적의 1/10을 매년 숲가꾸기 대상면적으로 추정하는 것이라 할 수 있다. 따라서 각 연도별로 숲가꾸기 대상이 되는 면적( $A_t$ )은 다음과 같이 식(2)를 통해 구해진다.

$$A_t = \sum_{i=2}^3 Y_t^i \times \frac{1}{10} = \sum_{i=2}^3 [Y_{t-1}^i - 0.1 \times Y_{t-1}^i + 0.1 \times Y_{t-1}^{i-1}] \times \frac{1}{10} \quad (식 2)$$

**2.2.2 Model 3: II, III 영급 숲 면적 중 최소 수령 나무만을 매년 숲가꾸기 대상으로 선정하는 경우**

세 번째 Model은 숲가꾸기 사업의 대상을 금년도에 해당 영급의 나무로 이동하게 된 숲을 대상으로 하는 경우, 즉 영급 내 최소 수령 나무만을 매년 숲가꾸기 대상으로 선정하는 경우이다. 따라서 2009년에 숲가꾸기 대상이 되는 II영급 숲은 2008년에는 19년생 숲이었던 면적(2008년 I영급 면적의 10%)이 되며, 2009년에 숲가꾸기 대상이 되는 III영급 숲은 2008년에 29년생 숲이었던 면적(2008년 II영급 면적의 10%)이 된다. 따라서 연도별 숲가꾸기 대상면적은 식(3)을 통해 구할 수 있으며, 이러한 상황은 Fig. 3에 묘사되어

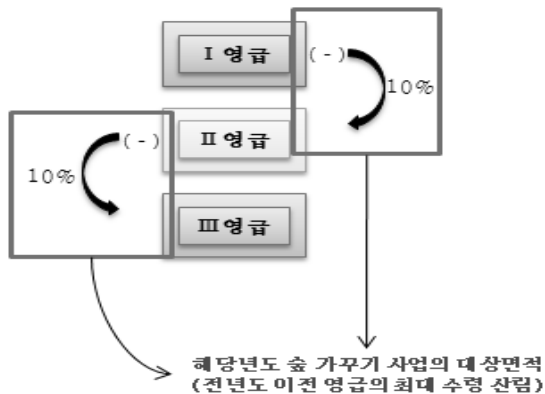


Fig. 3. The case that selects 10 and 20 years old trees as the target of thinning

어 있다.

$$A_t = \sum_{i=2}^3 [0.1 \times Y_{t-1}^i] \quad (식 3)$$

Model 3에 의해 숲가꾸기 사업의 대상 면적을 전망해보면 2009년에는 290,016 ha이 될 것으로 전망되며, 모든 영급에서 수령분포가 동일하다고 가정하였기 때문에 2010년 이후 2018년까지 숲가꾸기 대상면적은 290,016 ha로 동일하게 유지된다.

**2.2.3 Model 4: II, III 영급 숲 면적 중 최대 수령 나무만을 매년 숲가꾸기 대상으로 선정하는 경우**

네 번째 Model은 현재의 영급에서 성장하여 차년도에는 다음 영급으로 이동하게 될 최대 수령의 나무만을 숲가꾸기 대상으로 선정하는 경우이다. 영급 내의 수령분포는 동일하다고 가정하였기 때문에 숲가꾸기 사업의 대상이 되는 II, III영급의 각 10%는 1년 후 다음의 영급으로 성장하게 되며 이러한 이동 면적에만 숲가꾸기 사업을 우선적으로 실시한다고 보는 것이 Model 4이다. 따라서 Model 4를 바탕으로 하면 연도별로 숲가꾸기 대상면적은 식(4)를 통해 구할 수 있고, 이러한 상황은 Fig. 4에 묘사되어 있다.

$$A_t = \sum_{i=2}^3 [0.1 \times Y_t^i] \quad (식 4)$$

Model 4에 의해 숲가꾸기 사업의 대상면적을 전망해보면 2009년에는 253,997 ha로 나타난다. 또한

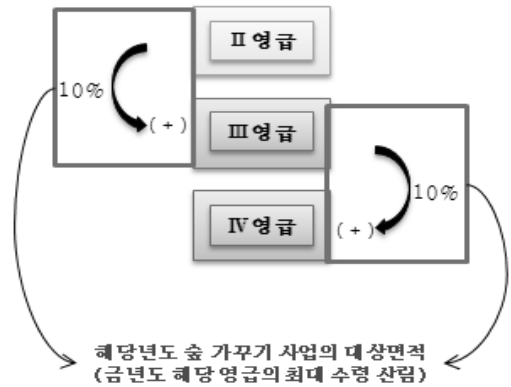
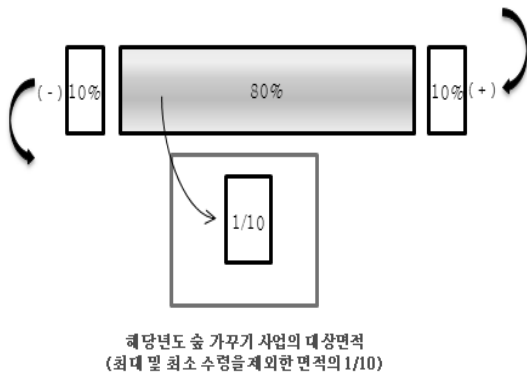


Fig. 4. The case that selects 19 and 29 years old trees as the target of thinning.

2010년부터 2018년까지는 이 면적이 동일하게 유지된다.

**2.2.4. Model 5: II영급 및 III영급 내에서 매년 최대 및 최소 수령 나무를 제외한 면적의 1/10을 숲가꾸기 대상으로 선정하는 경우**

Model 5는 최대 및 최소 수령 나무를 제외한 면적의 1/10을 숲가꾸기 대상으로 선정하는 경우이다. 즉, Fig. 5와 같이 이전 영급서 이동하는 부분과 이후 단계의 영급으로 이동하는 부분을 제외한 나머지 숲을



**Fig 5.** The case that selects 10 percent of the forest other than 10, 19, 20 and 29 as well as over 30 years old trees as the target for thinning.

가꾸기 사업의 대상으로 보고 이를 10년 주기로 사업을 실시한다고 가정하는 경우이다. 따라서 Model 5를 따를 경우 각 연도별 숲가꾸기 대상면적은 식(5)를 통해 구할 수 있다.

$$A_t = \sum_{i=2}^3 [Y_t^i - 0.1 \times Y_{t-1}^{i-1} - 0.1 \times Y_{t-1}^i] \times \frac{1}{10} \quad (\text{식 5})$$

**3. 결과 및 고찰**

**3.1 숲가꾸기 면적 전망치**

Model 1-5에 의해 2009년부터 2018년까지 10년 동안의 숲가꾸기 대상면적을 전망한 결과는 Table 2에 제시되어 있다. Model 3을 따를 경우 산림바이오매스를 발생시키는 숲가꾸기 대상면적은 가장 클 것으로 전망되며, Model 1과 Model 4에 의한 전망치는 그 다음으로 큰 것으로 나타난다. Model 5를 따를 경우 숲가꾸기 대상면적은 가장 작을 것으로 전망된다.

구체적으로, Model 1을 따를 경우 매년 산림바이오매스를 발생시키는 숲가꾸기 대상면적은 269,035 ha가 될 것으로 전망되며, Model 2를 따를 경우 산림바이오매스를 발생시키는 숲가꾸기 대상면적은 2009년 253,997 ha에서 매년 감소하여 2018년에는 154,240 ha가 될 것으로 전망된다. Model 3과 Model 4를 따를 경우 숲가꾸기 대상면적은 매년 290,016 ha

**Table 2.** Estimates of target areas for thinning (unit: ha)

Year	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
2009	269,035	253,997	290,016	253,997	215,228
2010	269,035	239,761	290,016	253,997	203,198
2011	269,035	226,314	290,016	253,997	191,809
2012	269,035	213,652	290,016	253,997	181,051
2013	269,035	201,773	290,016	253,997	170,921
2014	269,035	190,681	290,016	253,997	161,419
2015	269,035	180,380	290,016	253,997	152,545
2016	269,035	170,871	290,016	253,997	144,304
2017	269,035	162,159	290,016	253,997	136,697
2018	269,035	154,240	290,016	253,997	129,727

와 253,997 ha가 될 것으로 전망되며, Model 5를 따를 경우 산림바이오매스를 발생시키는 숲가꾸기 대상 면적은 2009년 215,228 ha에서 매년 감소하여 2018년 129,727 ha가 될 것으로 전망된다.

### 3.2 숲가꾸기로부터 발생하는 산림 바이오매스 전망치

각각의 Model에 따른 숲가꾸기 대상면적 전망치를 이용하여 산림바이오매스 발생량을 전망하려면, 숲가꾸기 면적에서 발생하는 바이오매스의 발생량에 대한 정보가 필요하다. 선행연구 중 석현덕 외3)에

의하면 숲가꾸기 면적 1 ha당 31.8 m<sup>3</sup>의 산림 바이오매스가 발생하는 것으로 추정하고 있다. 또한 배정환<sup>2)</sup>의 경우 숲가꾸기 면적 1 ha당 20 m<sup>3</sup>의 산림 바이오매스가 발생하는 것으로 추정하고 있으며, 산림청에서는 대략 1 ha당 30 m<sup>3</sup> 안팎의 산림 바이오매스가 발생하는 것으로 추정하고 있다.<sup>1)</sup>

이러한 선행연구를 참조로 하여 본 논문에서는 숲가꾸기 면적당 1 ha당 최대로 31.8 m<sup>3</sup>의 산림 바이오매스가 발생하는 경우, 최소로 20 m<sup>3</sup>의 산림 바이오매스가 발생하는 경우, 그리고 중간 정도로 1 ha당 25.9 m<sup>3</sup>의 산림 바이오매스가 발생하는 세 가지 경우를 상정하였다.

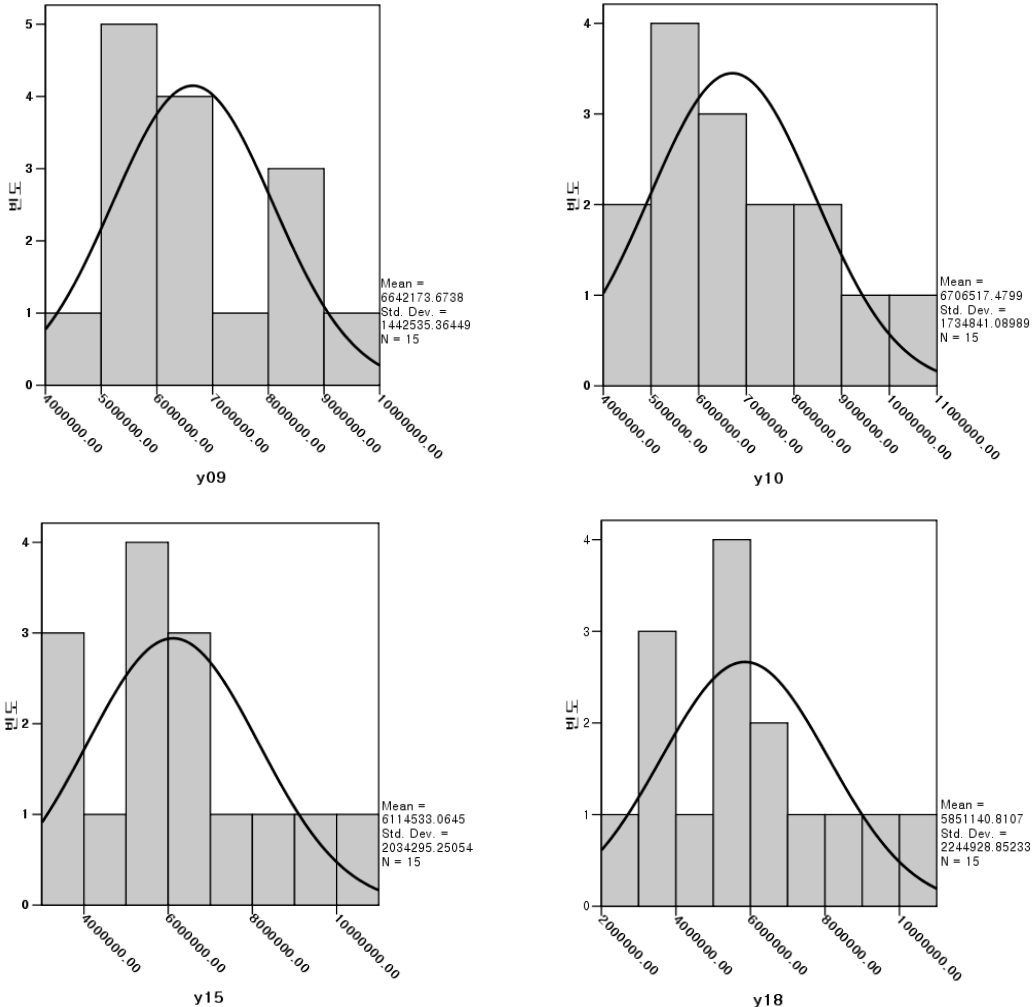


Fig. 6. Distribution of the estimates of forest biomass for 2009, 2010, 2015, and 2018 (unit: m<sup>3</sup>).



따라서 숲가꾸기 대상면적 추정을 위한 5가지 Model과 1 ha당 바이오매스 발생량에 대한 3가지 Model를 조합하여 연도별로 산림 바이오매스 발생량을 계산하는 15가지 조합을 구성하여 시물레이션을 실시하였다.4) 시물레이션을 통해 도출된 2009년, 2010년, 2015년, 2018년의 산림바이오매스 발생량 전망치 분포는 Fig. 6과 같다. 2009년의 경우 평균 6,642,174 m<sup>3</sup>의 산림바이오매스가 숲가꾸기 사업으로부터 발생할 것으로 전망되며(표준편차 1,393,622 m<sup>3</sup>), 2015년의 경우 평균 5,935,140 m<sup>3</sup>의 산림바이오매스가 숲가꾸기 사업으로부터 발생할 것으로 전망된다(표준편차 1,178,506 m<sup>3</sup>). 또한 2018년의 경우 평균 5,682,538 m<sup>3</sup>의 산림 바이오매스가 숲가꾸기 사업으로부터 발생할 것으로 전망된다(표준편차 2,005,707 m<sup>3</sup>).

Fig. 7은 연도별로 숲가꾸기 사업을 통해 발생하는 산림 바이오매스의 발생량을 전망한 것이다. 그림에서 볼 수 있는 것처럼 산림바이오매스 발생량 전망치의 평균은 지속적으로 감소할 것으로 보인다. 표준편차를 고려하여 평균치에

표준편차를 더한 값을 발생량의 상한으로 볼 경우, 2009년은 산림바이오매스 발생량의 상한은 8,035,796 m<sup>3</sup>로 추정되며 이는 점차 감소하여 2018년에는 산림 바이오매스 발생량의 상한이 7,688,245 m<sup>3</sup>가 될 것으로 전망된다. 평균치에서 표준편차를 차감한 값을 발생량의 하한으로 볼 경우, 2009년 산림바이오매스 발생량의 하한은 5,248,553 m<sup>3</sup>로 추정되며 이는 점차 감소하여 2018년에는 산림 바이오매스 발생량의 하한이 3,676,830 m<sup>3</sup>가 될 것으로 전망된다.

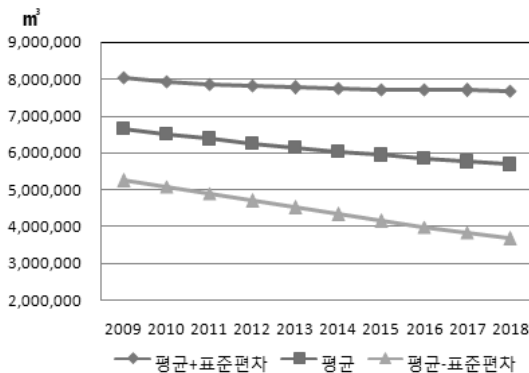


Fig. 7. Estimates of forest biomass for the years 2009-2018(unit: m<sup>3</sup>).

## 4. 결론

본 연구에서는 주로 산림 바이오매스가 숲가꾸기 사업, 그 중에서도 간벌과 천연림보육 사업인 숲아베기를 통해 주로 발생한다는 가정 하에 다양한 숲가꾸기 사업 Model를 구성하여 발생량을 추정하였다. 따라서 산불, 자연재해 등과 같이 산림이 훼손되는 상황은 고려하지 않았으며, 숲아베기 이외의 다른 숲가꾸기 활동에서 발생할 수 있는 산림 바이오매스도 발생량 추정에 포함하지 않았다는 것은 본 연구의 한계로 지적될 수 있을 것이다. 이러한 다른 요인들을 감안한다면, 본 연구에서 추정된 발생량과는 다른 값을 가질 것임을 짐작할 수 있다.

그러나 본 연구는 산림 바이오매스 발생량을 연도별로 전망하여 결과를 제시했다는 측면에서 향후 산림 바이오매스 관련 정책에 매우 유용한 자료로 활용될 수 있을 것이다. 또한 선행 연구와 달리 다양한 Model들에 입각해서 산림 바이오매스의 발생량의 분포를 추정하고 그 범위를 제시했다는 측면에서는 방법론적으로 관련 연구에 크게 기여할 수 있을 것이다. 특히 산림 바이오매스 발생량이 점차 감소한다는 전망치에 근거해 볼 때 국내 목재 펠릿 보일러의 공급과 함께 목재 펠릿의 수요가 급증할 경우 수입 목재 펠릿의 가격 변동에 크게 영향을 받게 될 것이다. 따라서 산림 바이오매스를 단순히 연소 원료로 대량 사용한다는 정책 방향은 향후 목재 펠릿 수요자들에게 경제적 어려움을 줄 수 있으므로 국내 실정에 적합한 산림 바이오매스의 수요 창출이 매우 필요한 시점이라 할 수 있다.

## 인용문헌

1. 산림청, 2008년도 산림과 임업 동향에 관한 연차보고서 (2008).
2. 배정환, 목질계 바이오매스 에너지의 지역별 잠재적 파급효과 추정, 한국신재생에너지학회 추계학술대회 논문집: pp217-220(2006).
3. 석현덕 외, 목질 바이오매스 열에너지 개발의 경제성 분석과 에너지용 산림폐재의 지속적 확보방안, 한국농촌경제연구원(2005).
4. 이흥재 외, Eviews를 이용한 금융경제 시계열 분석, 경

- 문사(2005).
5. 김의경 외, 제 5차 산림기본계획 수립을 위한 정책개발, 한국산림정책연구회(2005).
  6. 장철수 외, 산림 내 폐잔재의 현지 활용을 위한 한국형 조립식 탄화장치 기술개발 및 실용화연구, 한국농촌경제연구원(2004).
  7. 이돈구 외, 지속가능한 산림자원 육성전략 수립, 한국임학회(2004).
  8. 산림청, 임업통계연보 해당연도판.
  9. 김정대, 목질계 바이오매스 에너지화를 위한 처리 기술 및 방안 검토, 유기성자원학회 2008년 공동 심포지엄 및 춘계학술발표회: pp97-111(2008).
  10. Huang, H-J., Ramaswamy, S., Tschirner, U.W. and Ramarao, B.V., A review of separation technologies in current and future biorefineries, Separation and Purification Technology Vol.62: 1-21(2008).