

## 우리나라의 수확된 목제품 탄소축적 변화량 및 배출량 평가

최수임<sup>1</sup> · 강학모<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>국립산림과학원 산림경영부, <sup>2</sup>경기도 산림환경연구소

## The Changes in Carbon Stocks and Emissions Assessment of Harvested Wood Products in Korea

Soo Im Choi<sup>1</sup> and Hag Mo Kang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Forest Resources Management, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

<sup>2</sup>Kyonggi-do Forest Environment Research Station, Osan 447-290, Korea

**요 약:** 본 연구는 교토의정서 제2차 공약기간(2013~2017년) 이후 교섭에 있어서 국가별 탄소배출·흡수 인벤토리에 유력하게 포함될 전망이다 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량을 평가하기 위하여 우리나라 HWP 생산·수입·수출량에 대한 FAO통계와 국내통계를 적용하여 비교 추정하였다. 그 결과, 2005년 현재 HWP 탄소축적 변화량은 FAO 통계 적용의 경우 축적변화 접근법(SCA)이 1.434 Tg C, 대기유출입 접근법(AFA)이 -1.330 Tg C, 생산 접근법(PA)이 0.597 Tg C, 국내통계 적용은 SCA가 1.246 Tg C, AFA가 -1.520 Tg C, PA가 0.444 Tg C로 추정되었다. HWP로부터의 CO<sub>2</sub> 배출량·흡수량은 FAO통계 적용의 경우 SCA가 -5,258 Gg CO<sub>2</sub> (흡수), AFA가 4,877 Gg CO<sub>2</sub> (배출), PA가 -2,189 Gg CO<sub>2</sub> (흡수), 국내통계 적용은 SCA가 -4,569 Gg CO<sub>2</sub> (흡수), AFA가 5,573 Gg CO<sub>2</sub> (배출), PA가 -1,628 Gg CO<sub>2</sub> (흡수)로 FAO통계 적용이 국내통계 적용보다 모든 방법별 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량 추정에서 유리한 것으로 나타났다.

**Abstract:** This study compared and estimated the changes in carbon stocks and emissions of harvested wood products (HWP) by applying FAO statistics and domestic statistics for Korean HWP production, import, and export volume, which is almost always supposed to be included in the carbon emissions and removals inventory by country in negotiations since the 2nd commitment period (2013~2017) of the Kyoto Protocol, for assessing the changes in carbon stocks and emissions of HWP. As a result, when applying FAO statistics to the changes in carbon stocks of HWP as of 2005, stock-change approach (SCA) was estimated at 1.434 Tg C, atmospheric-flow approach (AFA) -1.330 Tg C, and production approach (PA) 0.597 Tg C. When applying Korean statistics, SCA was estimated at 1.246 Tg C, AFA -1.520 Tg C, and PA 0.444 Tg C. When applying FAO statistics to CO<sub>2</sub> emissions and removals from HWP, SCA showed a decrease of -5,258 Gg CO<sub>2</sub> (removals), AFA showed an increase of 4,877 Gg CO<sub>2</sub> (emissions), and PA showed a decrease of -2,189 Gg CO<sub>2</sub> (removals). When applying Korean statistics, SCA showed a decrease of -4,569 Gg CO<sub>2</sub> (removals), AFA showed an increase of 5,573 Gg CO<sub>2</sub> (emissions), and PA showed a decrease of -1,628 Gg CO<sub>2</sub> (removals). Therefore, the application of FAO statistics was shown to be more beneficial for the estimation of both the changes in carbon stocks and emissions of HWP by all methods other than that of Korean statistics.

**Key words :** harvested wood products, carbon stocks and emissions, stock-change approach, production approach, atmospheric-flow approach

### 서 론

기후변화협약(UNFCCC)에서는 국가별 탄소배출량·흡수량을 산정할 때 산림의 벌채시점을 탄소배출시점으로 정의하고 있다(IPCC, 1997). 그러나 벌채된 목재로부

터 생산된 목제품 즉 수확된 목제품<sup>1)</sup>(Harvested Wood Products : HWP)은 폐기될 때 까지 입목상태에서 흡수한 탄소를 지속적으로 저장하고 있기 때문에 산림과 함께 대기 중의 CO<sub>2</sub> 농도를 안정화 시키는 효과를 발휘한다(日本林業調査會, 1998). 이러한 효과에 대해서는 Sampson 등(1993), Watson 등(1996), Winjum 등(1998), UNFCCC (2003), Pingoud(2003) 등의 다양한 선행연구 결과에서 증

\*Corresponding author  
E-mail: kanghagmo@hanmail.net

명되었다.

따라서 HWP에 저장되어 있는 탄소축적 효과를 적정하게 평가하여 국가별 탄소배출량·흡수량 인벤토리에 포함시켜야 한다는 주장이 UNFCCC 당사국총회의 부속기구인 과학기술자문부속기구(SBSTA)관련 국제회의에서 지속적으로 논의되고 있다(UNFCCC, 2003). 2007년 5월 제26차 SBSTA에서는 국가별 탄소배출·흡수 인벤토리에 HWP 탄소고정 평가를 포함시킬 것인가에 대해서는 추후 다시 논의하기로 결정되었지만(UNFCCC, 2007), 향후 국가별 탄소배출·흡수 인벤토리에 HWP 탄소계정이 포함될 것으로 전망하고 있다. 이러한 이유는 향후 교토의정서 제2차 공약기간(2013~2017) 이후의 교섭에 있어서 HWP에 의한 탄소축적 효과는 부속서 I(Annex I) 국가의 공약을 달성하는데 유력한 대책의 후보수단으로 검토되고 있기 때문이다(橋本征二, 2003).

HWP 탄소계정 방법은 Brown 등(1998)이 현행 IPCC 기본 접근법(IPCC default approach) 이외에 축적변화 접근법(Stock-change approach : SCA), 생산 접근법(Production approach : PA), 대기유출입 접근법(Atmospheric-flow approach : AFA) 등을 제안한 이후, 특히 부속서 I 국가들을 중심으로 HWP 탄소계정 방법론에 따른 국가별 탄소배출량·흡수량에 미치는 영향 분석 연구가 실시되고 있다 (Hashimoto 등, 2002; UNFCCC, 2005; Green 등, 2006; Kohlmaier 등, 2007; Dias 등 2007).

우리나라에 있어서는 최수임 등(2006)에 의해서 처음으로 HWP 탄소계정 방법별로 국내 HWP의 탄소축적 변화량 및 배출량을 추정하였고, 그 결과 2004년 현재 HWP 탄소축적 변화량은 SCA가 1.567 Tg<sup>2)</sup> C, AFA가 -1.425 Tg C, PA가 0.581 Tg C, CO<sub>2</sub> 배출량·흡수량은 SCA가 -5,746 Gg CO<sub>2</sub> 감소(흡수), AFA가 5,225 Gg CO<sub>2</sub> 증가(배출), PA가 -2,130 Gg CO<sub>2</sub> 감소(흡수)등을 제시하였다. 그러나 이러한 연구결과는 HWP의 탄소축적 변화량 및 배출량을 추정하는데 있어 가장 기본이 되는 HWP의 생산·수입·수출통계가 FAO통계(FAOSTAT)와 국내통계 간에 큰 차이(특히, 원목, 제재목)가 있음에도 불구하고 FAO통계만을 이용하여 추정한 것이다. IPCC에서는 HWP의 탄소축적 변화량 및 배출량을 추정하는데 있어 개별적인 국가 고유자료가 구축되었을 경우 이 자료 이용이 필요하다고 제시하고 있다(IPCC, 2004).

따라서 본 연구에서는 국내에 구축되어 있는 HWP 생산·수입·수출통계를 이용하여 HWP 탄소축적 변화량

및 배출량을 FAO통계 적용 결과와 비교하여 추정하고, 이와 함께 HWP에 대한 탄소축적량 및 탄소흐름(Carbon flows) 즉 국내 산림으로부터 이동된 HWP 탄소축적량, 수입된 HWP 탄소축적량, 수출한 HWP 탄소축적량, HWP로부터 배출된 탄소축적량 등을 추정하는 것을 목적으로 한다.

## 연구방법

### 1. HWP 탄소축적 변화량 및 배출량 추정 방법

HWP 탄소축적 변화량 및 배출량과 함께 HWP에 대한 탄소 축적변화량 및 탄소흐름을 추정하기 위한 방법으로는 수준 1(IPCC 기본 접근법 : 산림별채=탄소배출 시점), 수준 2(1차 부후 : 유출입량 방법), 수준 3(국가고유 방법) 등 3가지 수준의 방법이 있다(IPCC, 2004). 이 가운데 수준 1 방법은 현행 IPCC 가이드라인의 기본 추정방법으로 HWP의 탄소축적 변화량을 전혀 고려하지 않는 방법이고, 수준 3 방법은 과거부터 현재까지 조사된 HWP의 탄소축적량을 이용하여 실제적인 목록 간의 변화로 추정할 수 있는 방법으로 캐나다와 일본 등 일부 국가에서 이 방법을 이용하고 있다(UNFCCC, 2005).

본 연구에서는 HWP의 탄소 유출입량 등에 대한 기본 인자(HWP 수명·부후, 탄소전환계수 등) 등을 이용하여 우리나라의 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량, HWP에 대한 탄소축적량 및 탄소흐름을 일차적으로 추정할 수 있는 수준 2 방법을 적용하였다(UNFCCC, 2005; Green, 2006). 단, 고형폐기물매립지(Solid Waste Disposal Sites)에 축적된 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량은 추정하지 않았다.

수준 2 방법은 HWP의 탄소저장고에서 탄소는 일정한 비율로 탄소저장고로부터 배출되는 것으로 추정되기 때문에 1차 부후 방법이라 하고 방법별 추정방법은 아래의 (1)~(3)식과 같다(IPCC, 2004).

「현재 사용 중인 HWP의 연간 탄소축적 변화량 및 CO<sub>2</sub> 배출량」

$$\Delta C_{HWP IU SCA} = P_A - P_L \quad (1) \text{ (축적변화 접근법)}$$

$$CO_2 \text{ 배출/흡수}_{SCA} = \Delta C_{HWP IU SCA} \times 10^{-3} \times 44/12 \times (-1)$$

$$\Delta C_{HWP IU PA} = PH_A - PH_L \quad (2) \text{ (생산 접근법)}$$

$$CO_2 \text{ 배출/흡수}_{PA} = \Delta C_{HWP IU PA} \times 10^{-3} \times 44/12 \times (-1)$$

$$E = -\Delta C_{HWP IU SCA} + H - P_{EX} - P_{IM} - W \quad (3) \text{ (대기유출입 접근법)}$$

<sup>1)</sup>2003년 UNFCCC에서는 FAO 자료를 인용하여 수확된 목제품(Harvested wood products : HWP)을 산림으로부터 수확된 목질 재료로서 가구, 합판, 종이, 판지 등과 같은 제품을 생산하기 위해 사용되거나 또는 에너지를 위해 사용되고 있는 것으로 정의하고 있음.

<sup>2)</sup>1 Tg(tera grams) = 10<sup>12</sup> g = 100만톤

$$CO_2 \text{ 배출/흡수}_{AFA} = E \times 10^{-3} \times 44/12$$

주 1: 추정량 E는 보고 국가 경계 내에서 HWP의 탄소 축적으로부터 대기로의 실제 탄소 유출입량이다. 그러므로 산림부분은 대기로부터 산림생태계로의 실제 탄소유출입량(NEE) 및 산림생태계에 있어서 축적변화량 합계 +H를 보고해야 하는데, 이것은 축적 변화만을 보고하는 현재의 보고방식과의 편차이다(NEE-H).

주 2: 각 기간은 1년에 해당하는 첨가 t를 포함한다(우항의 각 기간은 최소한 두 부분 즉 소재, 종이제품에 관한 기간을 포함한다).

주 3: HWP 탄소 변화는 공식적으로 연간 탄소 톤으로 추정하고 보고를 위하여  $10^{-3} \times 44/12$ 를 곱해줌으로써 이산화탄소 기가 그램으로 환산한다. 배출은 양수를 보고하고 흡수는 음수로 보고한다. 따라서 -1을 곱한다.

$\Delta C_{HWP IU SCA}$  = 국내에서 사용 중인 HWP의 연간 탄소축적 변화량, 연간 탄소 톤

$\Delta C_{HWP IU PA}$  = 국내에서 벌채된 목재로부터 사용 중인 HWP의 연간 탄소변화량(수출목재의 탄소는 포함되고, 수입목재의 탄소는 제외), 연간 탄소 톤

E = 국가의 경계 내에서 HWP로부터 대기 중으로 유출입되는 탄소량, 연간 탄소 톤

H = 임지(林地)로부터 벌채되어 목제품(연료목 포함)으로 가공된 당해연도 목재탄소, 연간 탄소 톤

W = SWDS에 폐기된 당해연도의 HWP 탄소(SWDS에 있어서 HWP가 보고에 포함된 경우, 포함되지 않

는 경우 W=0), 연간 탄소 톤

$P_A$  = 1차 목제품의 탄소 유출입량을 기준으로 계산된 국내에서 소비된 HWP(생산량+소비량-수출량)의 탄소로서 당해연도 추가, 연간 탄소 톤

$P_L$  = 사용으로 인한 HWP 탄소의 당해연도 손실, 연간 탄소 톤

$PH_A$  = 1차 제품의 탄소 유출입량을 기준으로 계산된 국내에서 벌채된 목재로부터 사용 중인 HWP의 탄소로서 당해연도 추가, 연간 탄소 톤

$PH_L$  = 국내에서 벌채된 목재에서 사용된 HWP 탄소로부터의 당해연도 손실, 연간 탄소 톤

$P_{EX}$  = 목재 및 종이제품의 수출, 연간 탄소 톤

$P_{IM}$  = 목재 및 종이제품의 수입, 연간 탄소 톤

한편,  $\Delta C_{HWP IU SCA}$ 와  $\Delta C_{HWP IU PA}$ 를 계산하는 과정에서 HWP 사용에 따른  $P_A \cdot PH_L$  등은 당해연도에 계산하지 않고, 아래와 같이 반복적인 과정으로 계산한다.

우선, j = 1990년이라고 가정 하고, 다음 (4)-(7)식을 반복적으로 이용해서 현재연도 t까지 계산한다.

$$\Delta C_{HWP IU SCA}(j) = (1/(1+f_{Dj})) \times (P_{Aj} + C_{HWP IU SCA}(j-1)) \quad (4) \text{ (축적변화 접근법)}$$

$$\Delta C_{HWP IU PA}(j) = (1/(1+fH_{Dj})) \times (P_{Aj} + C_{HWP IU PA}(j-1)) \quad (5) \text{ (생산 접근법)}$$

최초연도, 즉 j = 1990년에는  $C_{HWP IU SCA} = 0$  또는  $\Delta C_{HWP IU PA} = 0$

현재 연도(t)의 계산은,

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HM	HN	HO	HP	HQ	HR	HS	HT	HU	HV	HW	HX	HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU	IV	IW	IX	IY	IZ	JA	JB	JC	JD	JE	JF	JG	JH	JI	IJ	JK	KL	KM	KN	KO	KP	KQ	KR	KS	KT	KU	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG	LH	LI	LJ	LK	LM	LN	LO	LP	LQ	LR	LS	LT	LU	LV	LW	LX	LY	LZ	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH	MI	MJ	MK	ML	MM	MN	MO	MP	MQ	MR	MS	MT	MU	MV	MW	MX	MY	MZ	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH	NI	NJ	NK	NL	NM	NN	NO	NP	NQ	NR	NS	NT	NU	NV	NW	NX	NY	NZ	OA	OB	OC	OD	OE	OF	OG	OH	OI	OJ	OK	OL	OM	ON	OO	OP	OQ	OR	OS	OT	OU	OV	OW	OX	OY	OZ	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	PM	PN	PO	PP	PQ	PR	PS	PT	PU	PV	PW	PX	PY	PZ	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	QH	QI	QJ	QK	QL	QM	QN	QO	QP	QQ	QR	QS	QT	QU	QV	QW	QX	QY	QZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG	RH	RI	RJ	RK	RL	RM	RN	RO	RP	RQ	RR	RS	RT	RU	RV	RW	RX	RY	RZ	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	SH	SI	SJ	SK	SL	SM	SN	SO	SP	SQ	SR	SS	ST	SU	SV	SW	SX	SY	SZ	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI	TJ	TK	TL	TM	TN	TO	TP	TQ	TR	TS	TT	TU	TV	TW	TX	TY	TZ	UA	UB	UC	UD	UE	UF	UG	UH	UI	UJ	UK	UL	UM	UN	UO	UP	UQ	UR	US	UT	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	VA	VB	VC	VD	VE	VF	VG	VH	VI	VJ	VK	VL	VM	VN	VO	VP	VQ	VR	VS	VT	VU	VV	VW	VX	VY	VZ	WA	WB	WC	WD	WE	WF	WG	WH	WI	WJ	WK	WL	WM	WN	WO	WP	WQ	WR	WS	WT	WU	WV	WW	WX	WY	WZ	XA	XB	XC	XD	XE	XF	XG	XH	XI	XJ	XK	XL	XM	XN	XO	XP	XQ	XR	XS	XT	XU	XV	XW	XX	XY	XZ	YA	YB	YC	YD	YE	YF	YG	YH	YI	YJ	YK	YL	YM	YN	YO	YP	YQ	YR	YS	YT	YU	YV	YW	YX	YY	YZ	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE	ZF	ZG	ZH	ZI	ZJ	ZK	ZL	ZM	ZN	ZO	ZP	ZQ	ZR	ZS	ZT	ZU	ZV	ZW	ZX	ZY	ZZ	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HM	HN	HO	HP	HQ	HR	HS	HT	HU	HV	HW	HX	HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU	IV	IW	IX	IY	IZ	JA	JB	JC	JD	JE	JF	JG	JH	JI	IJ	JK	KL	KM	KN	KO	KP	KQ	KR	KS	KT	KU	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG	LH	LI	LJ	LK	LM	LN	LO	LP	LQ	LR	LS	LT	LU	LV	LW	LX	LY	LZ	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH	MI	MJ	MK	ML	MM	MN	MO	MP	MQ	MR	MS	MT	MU	MV	MW	MX	MY	MZ	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH	NI	NJ	NK	NL	NM	NN	NO	NP	NQ	NR	NS	NT	NU	NV	NW	NX	NY	NZ	OA	OB	OC	OD	OE	OF	OG	OH	OI	OJ	OK	OL	OM	ON	OO	OP	OQ	OR	OS	OT	OU	OV	OW	OX	OY	OZ	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	PM	PN	PO	PP	PQ	PR	PS	PT	PU	PV	PW	PX	PY	PZ	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	QH	QI	QJ	QK	QL	QM	QN	QO	QP	QQ	QR	QS	QT	QU	QV	QW	QX	QY	QZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG	RH	RI	RJ	RK	RL	RM	RN	RO	RP	RQ	RR	RS	RT	RU	RV	RW	RX	RY	RZ	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	SH	SI	SJ	SK	SL	SM	SN	SO	SP	SQ	SR	SS	ST	SU	SV	SW	SX	SY	SZ	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI	TJ	TK	TL	TM	TN	TO	TP	TQ	TR	TS	TT	TU	TV	TW	TX	TY	TZ	UA	UB	UC	UD	UE	UF	UG	UH	UI	UJ	UK	UL	UM	UN	UO	UP	UQ	UR	US	UT	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	VA	VB	VC	VD	VE	VF	VG	VH	VI	VJ	VK	VL	VM	VN	VO	VP	VQ	VR	VS	VT	VU	VV	VW	VX	VY	VZ	WA	WB	WC	WD	WE	WF	WG	WH	WI	WJ	WK	WL	WM	WN	WO	WP	WQ	WR	WS	WT	WU	WV	WW	WX	WY	WZ	XA	XB	XC	XD	XE	XF	XG	XH	XI	XJ	XK	XL	XM	XN	XO	XP	XQ	XR	XS	XT	XU	XV	XW	XX	XY	XZ	YA	YB	YC	YD	YE	YF	YG	YH	YI	YJ	YK	YL	YM	YN	YO	YP	YQ	YR	YS	YT	YU	YV	YW	YX	YY	YZ	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE	ZF	ZG	ZH	ZI	ZJ	ZK	ZL	ZM	ZN	ZO	ZP	ZQ	ZR	ZS	ZT	ZU	ZV	ZW	ZX	ZY	ZZ	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HM	HN	HO	HP	HQ	HR	HS	HT	HU	HV	HW	HX	HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU	IV	IW	IX	IY	IZ	JA	JB	JC	JD	JE	JF	JG	JH	JI	IJ	JK	KL	KM	KN	KO	KP	KQ	KR	KS	KT	KU	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG	LH	LI	LJ	LK	LM	LN	LO	LP	LQ	LR	LS	LT	LU	LV	LW	LX	LY	LZ	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH	MI	MJ	MK	ML	MM	MN	MO	MP	MQ	MR	MS	MT	MU	MV	MW	MX	MY	MZ	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH	NI	NJ	NK	NL	NM	NN	NO	NP	NQ	NR	NS	NT	NU	NV	NW	NX	NY	NZ	OA	OB	OC	OD	OE	OF	OG	OH	OI	OJ	OK	OL	OM	ON	OO	OP	OQ	OR	OS	OT	OU	OV	OW	OX	OY	OZ	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	PM	PN	PO	PP	PQ	PR	PS	PT	PU	PV	PW	PX	PY	PZ	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	QH	QI	QJ	QK	QL	QM	QN	QO	QP	QQ	QR	QS	QT	QU	QV	QW	QX	QY	QZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF
---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

$$\Delta C_{HWP\ IU\ SCA}(t) = C_{HWP\ IU\ SCA}(t) - C_{HWP\ IU\ SCA}(t-1)$$

(6) (축적변화 접근법)

$$\Delta C_{HWP\ IU\ PA}(t) = C_{HWP\ IU\ PA}(t) - C_{HWP\ IU\ PA}(t-1)$$

(7) (생산접근법)

t = 현재연도  
 j = 자료연도, 예를 들어 시작연도인 1900년은 많은 시간이 경과하였고, 초기에 사용했던 HWP로부터의 부후량은 매우 적다.  
 $f_{D_j}$  = 임의연도에 폐기된 한 국가 내에서 사용 중인 HWP 탄소 부분(재활용된 것을 포함한 폐기제품)  
 $fH_{D_j}$  = 임의연도(수출포함)에 폐기된 한 국가 내에서 벌채된 목재로부터 사용 중인 HWP 탄소 부분

상기의 추정 방법들은 그림 1에서 보는 바와 같이 Microsoft Excel 프로그램을 이용하여 HWP 생산·수입·수출통계를 입력한 이후 각각의 방법별로 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량을 추정하였다(그림 1).

**2. HWP 탄소축적 변화량 및 배출량 추정 이용자료**

HWP 탄소축적 변화량 및 배출량을 추정하기 위해서는 다양한 자료가 필요하다. 먼저, HWP의 탄소축적 변화량 및 배출량 추정은 소재와 종이제품의 2가지 변수를 이용하였고, 이에 대한 가장 기본이 되는 HWP 생산·수입·수출 통계는 FAO통계와 국내통계를 이용하였다. HWP 생산·수입·수출통계는 국립산림과학원 임업경제과에서 산림청, 관세청, 합판보드협회, 한국제지공업연합회 등의 통계 자료를 체계적으로 정리한 “통계로 본 산림자원의 변화와 임산물 수급 추이” 연구 자료를 이용하였다(주린원 등, 2006).

한편, HWP의 탄소 유출입량 등에 대한 기본인자(HWP 수명, 부후, 탄소전환인자) 등은 국내 고유자료가 구축되어 있지 않았기 때문에 IPCC에서 발간한 토지이용, 토지 이용변화 및 임업에 관한 우수실행지침(Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry: GPG-LULUCF) 제3장 토지이용변화 및 임업분야 우수실행지침(LUCF Sector Good Practice Guidance)의 부록(Appendix) 3a.1(Harvested wood products: Basis for future methodological development)에서 제안한 자료를 이용하였다(IPCC, 2004, UNFCCC, 2005; Green 등, 2006). 이에 따르면 HWP 탄소축적 변화량 투입요소로서 매년 일정한 비율로 폐기되는 HWP의 연간 부후율은 소재 3.3%(평균수명 30년), 종이제품 100%(평균수명 1년), HWP의 건중량(Mg/m<sup>3</sup>)은 소재 0.45, 종이제품 0.90, 건중체의 탄소 함유량은 소재 50%(0.5), 종이제품 50%(0.5) 등이다.

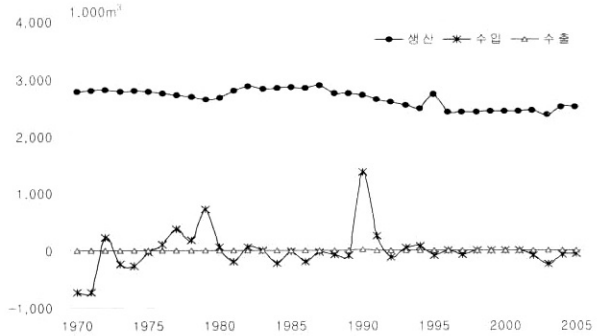


그림 2. 원목 생산·수입·수출량 차이(FAO통계-국내통계).

**결과 및 고찰**

**1. HWP 생산·수입·수출통계 비교**

HWP 탄소축적 변화량 및 배출량은 HWP 생산·수입·수출량에 따라 차이가 발생하고 있기 때문에 정확한 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량을 추정하기 위해서는 어떠한 통계자료를 사용할 것인가는 매우 중요한 문제이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 방안의 일환으로서 국가 차원에서 구축된 고유자료를 이용하였고, 우리나라의 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량을 추정하기 위해 앞서 FAO통계(FAO, 2007)와 국내통계(주린원 등 2006) 간의 HWP 생산·수입·수출통계량에 대한 차이를 비교하였다.

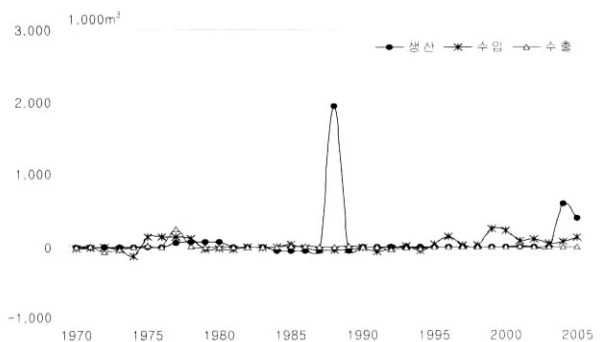


그림 3. 제재목 생산·수입·수출량 차이(FAO통계-국내통계).

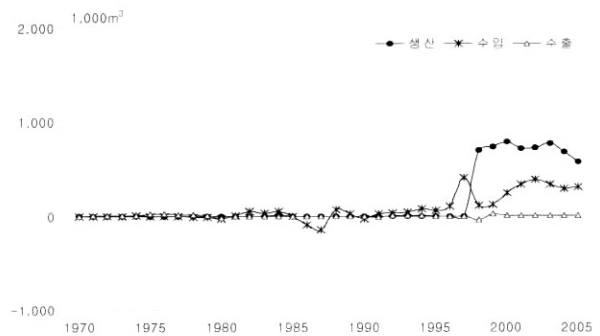


그림 4. 목질패널 생산·수입·수출량 차이(FAO통계-국내통계).

HWP 생산·수입·수출통계에 대한 FAO통계와 국내 통계의 비교는 우리나라 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량 추정이 소재(원목, 제재목, 목질패널)와 종이제품의 2 가지 변수를 이용하여 실시하였기 때문에 원목, 제재목, 목질패널, 종이 및 판지로 구분하였다. 비교 방법은 각 연도별 FAO통계에서 국내통계를 차감(FAO통계량-국내통계량)하는 방법으로 단순 비교하였다.

그 결과 원목 생산·수입·수출량의 경우 그림 2에서 보는 바와 같이 1970년부터 2005년까지 FAO통계가 국내통계 보다 원목 생산 및 수입량에서 큰 차이를 나타내고 있었다(그림 2). 특히 원목 생산량의 경우 평균 2,672 m<sup>3</sup> 차이로 2005년 국내 원목생산량 2,350 m<sup>3</sup>을 상회하고 있었고, 수입량 역시 1990년 이전까지 큰 차이를 나타내고 있었다.

제재목 생산·수입·수출량은 원목통계와 비교하여 FAO 통계와 국내통계 간에는 큰 차이를 보이지 않았지만, 1970년부터 2005년까지 수입량에서 지속적인 차이를 나타내고 있었다(그림 3). 목질패널은 1990년 후반 이후 수출입량에서 큰 차이를 나타내고 있었다(그림 4). 종이 및 판지는 2005년 수출입량에서 약간 차이가 있는 것을 제외하면 1970년 이후 FAO통계와 국내통계는 일치하는 것으로 나타났다.

**2. 우리나라의 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량 추정 결과**

앞서 살펴본 HWP 생산·수입·수출통계 및 IPCC에서 제공하고 있는 탄소유출입량 추정 요소 등을 이용하여 FAO통계와 국내통계 적용에 따른 방법별 우리나라의 HWP

탄소축적 변화량 및 배출량 추정 결과를 얻을 수 있었다.

FAO통계 적용 추정의 경우 2005년 현재 HWP 탄소축적 변화량은 SCA가 1.434 Tg C, AFA가 -1.330 Tg C, PA가 0.597 Tg C 등으로 추정되었다(표 1). 국내통계 적용의 경우 HWP 탄소축적 변화량은 SCA가 1.246 Tg C, AFA가 -1.520 Tg C, PA가 0.444 Tg C 등으로 추정되어 HWP 탄소축적 변화량이 FAO통계 적용보다 SCA, PA, AFA에서 낮은 것으로 나타났다. 또한, HWP으로부터의 CO<sub>2</sub> 배출량·흡수량<sup>3)</sup>에 있어서도 FAO통계 적용 추정의 경우 2005년 현재 SCA가 -5,258 Gg CO<sub>2</sub> (흡수), AFA가 4,877 Gg CO<sub>2</sub> (배출), PA가 -2,189 Gg CO<sub>2</sub> (흡수) 등으로 추정되었다(표 2). 반면, 국내통계 적용 추정의 경우 2005년 현재 SCA가 -4,569 Gg CO<sub>2</sub> (흡수), AFA가 5,573 Gg CO<sub>2</sub> (배출), PA가 -1,628 Gg CO<sub>2</sub> (흡수) 등으로 FAO통계 적용이 유리한 것으로 나타났다. 또한, 우리나라 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량 추정에서 가장 유리한 방법인 SCA의 탄소축적 변화량을 적용한 경우 2004년 현재 우리나라의 온실가스 총배출량 590.6 백만t CO<sub>2</sub> (에너지경제연구원, 2007)와 비교하면 HWP의 온실가스 흡수효과는 FAO통계 적용 추정이 0.89%, 국내통계 적용 추정이 0.77%에 해당하는 것으로 나타났다.

이렇듯 HWP 탄소축적 변화량 및 CO<sub>2</sub> 배출량·흡수량 추정에서 FAO통계 적용이 국내통계 적용보다 모든 방법별 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량에서 유리한 것으로 평가 되었다. 이러한 이유는 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량의 방법별 특징에 따른 것으로 SCA의 경우 국내에

**표 1. 우리나라의 HWP 탄소축적 변화량.**

단위 : Tg C/yr

연도	FAO통계 적용 추정			국내통계 적용 추정		
	축적변화	대기유출입	생산	축적변화	대기유출입	생산
1970	0.187	-0.380	0.180	0.109	-0.629	0.036
1980	0.567	-0.933	0.278	0.517	-0.974	0.094
1990	1.246	-2.451	0.083	1.236	-2.163	0.037
2000	1.671	-1.418	0.411	1.404	-1.583	0.208
2005	1.434	-1.330	0.597	1.246	-1.520	0.444

**표 2. 우리나라의 HWP로부터 CO<sub>2</sub> 배출량·흡수량.**

단위 : Gg CO<sub>2</sub>/yr

연도	FAO통계 적용 추정			국내통계 적용 추정		
	축적변화	대기유출입	생산	축적변화	대기유출입	생산
1970	-686	1,393	-660	-400	2,306	-132
1980	-2,079	3,421	-1,019	-1,896	3,571	-345
1990	-4,569	8,987	-304	-4,532	7,931	-136
2000	-6,127	5,199	-1,507	-5,148	5,804	-763
2005	-5,258	4,877	-2,189	-4,569	5,573	-1,628

주 : HWP으로부터 CO<sub>2</sub> 배출량·흡수량의 마이너스(-)는 흡수량을 의미함.

<sup>3)</sup>HWP으로부터 CO<sub>2</sub> 배출량·흡수량에 있어서 마이너스(-) 부호는 흡수를 의미함.

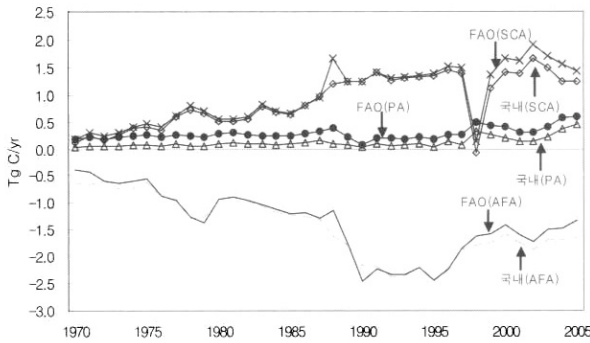


그림 5. HWP 탄소축적 변화량 추이(1970~2005).

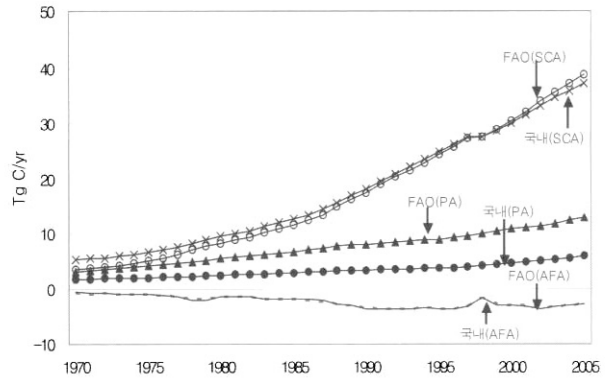


그림 7. HWP에 대한 탄소축적량 추이(1970~2005).

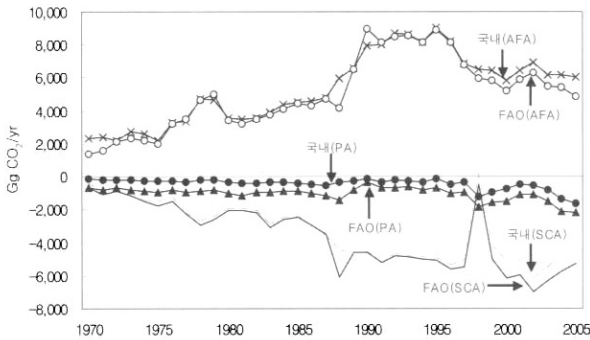


그림 6. HWP으로부터 CO<sub>2</sub> 배출량·흡수량 추이(1970~2005).

존재하는 모든 HWP(국산HWP+수입HWP)가 탄소축적 변화량의 증가로 평가되기 때문에 앞서 살펴본 바와 같이 FAO통계가 국내통계보다 제재목, 목질패널, 종이 및 판지 제품의 생산·수입량이 많기 때문이다. 다음으로 PA는 국내에서 생산된 HWP만을 탄소축적 변화량의 대상으로 평가하고 수입 HWP에 의한 탄소축적 변화량은 계정되지 않기 때문에 SCA와 같이 FAO통계가 국내통계보다 HWP의 생산량이 많기 때문이다. 마지막으로 AFA는 산림생장에 의한 대기로부터의 탄소흡수량은 생산국에 계상되는 반면, HWP의 분해·연소에 의한 대기로의 탄소배출량은 소비국에 계상되는 방식으로 FAO통계의 HWP 수입량이 국내통계보다 많지만, 산림생장 즉 국내에 존재하는 국산 HWP 생산량과 비교하여 그 차이가 현저히 작기 때문이다.

이러한 방법별 차이는 연도별 HWP의 탄소축적 변화량 및 CO<sub>2</sub> 배출량·흡수량 추이에서도 볼 수 있듯이 HWP 생산·수입·수출량에 대한 FAO통계와 국내통계의 차이에 따라 FAO(SCA)·(PA)·(AFA)<sup>4)</sup>, 국내(SCA)·(PA)·(AFA)<sup>5)</sup> 추정결과가 다르게 나타나고 있다(그림 5, 6).

### 3. HWP에 대한 탄소축적량 및 흐름도 추정 결과

HWP에 저장된 탄소축적 효과는 기타 온실가스 수지와 비교해서 무시할 수 없다고 평가된다(Pingoud, 2003). 우

리나라에 있어서 HWP에 대한 탄소축적량은 그림 7에서 보는 바와 같이 매년 지속적으로 증가하고 있다(그림 7). 이는 경제성장에 의한 경제규모의 양적확대와 더불어 목재 소비량이 크게 증가하였기 때문이다. 특히, SCA의 경우 HWP 탄소축적량의 양적 확대가 현저하였는데, 이는 우리나라 총 목재수급량의 90% 이상을 수입에 의존하고 있는 상황에서 수입목재가 탄소축적으로 계정되었기 때문이다. 반면, AFA는 수입목재가 탄소축적으로 계정되지 않고 분해·연소시점에서 탄소배출로 계정되기 때문에 매년 감소하고 있는 추세이다.

HWP 탄소축적량은 FAO통계 적용 추정인 경우 2005년 현재 SCA가 38.719 Tg C, AFA가 -2.764 Tg C, PA가 13.033 Tg C 등이었고, 국내통계 적용 추정인은 SCA가 37.111 Tg C, AFA가 -2.887 Tg C, PA가 6.001 Tg C 등으로 추정되었다.

한편, HWP에 대한 탄소흐름(Carbon flows)을 추정된 결과, FAO통계 적용 추정인 경우 2005년 현재 국내 산림으로부터 이동된 HWP 탄소축적량은 1.10 Tg C, 수입된 HWP 탄소축적량은 4.25 Tg C, 수출한 HWP 탄소축

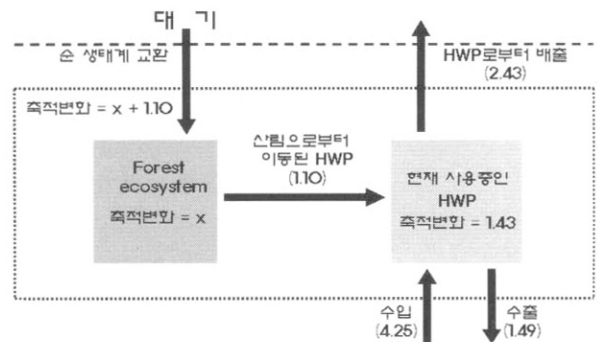


그림 8. FAO통계를 적용한 HWP 탄소흐름도(2005년, Tg C/yr).

<sup>4)</sup>FAO(SCA)·(PA)·(AFA)는 FAO통계를 적용하여 추정된 축적변화 접근법, 생산 접근법, 대기유출입 접근법을 의미함.

<sup>5)</sup>국내(SCA)·(PA)·(AFA)는 국내통계를 적용하여 추정된 축적변화 접근법, 생산 접근법, 대기유출입 접근법을 의미함.

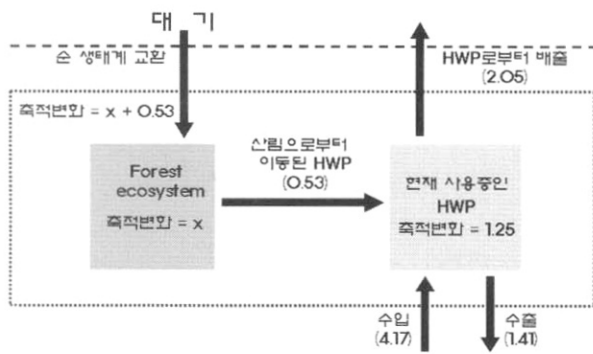


그림 9. 국내통계를 적용한 HWP 탄소흐름도(2005년, Tg C/yr).

적량은 1.49 Tg C, HWP로부터 배출(연소·분해)된 탄소축적량은 2.43 Tg C 등으로 이를 감가하면 현재 사용 중인 HWP 탄소축적 변화량은 1.43 Tg C로 추정되었다(그림 8). 국내통계 적용 추정의 경우 국내 산림으로부터 이동된 HWP 탄소축적량은 0.53 Tg C, 수입된 HWP 탄소축적량은 4.17 Tg C, 수출한 HWP 탄소축적량은 1.41 Tg C, HWP로부터 배출(연소·분해)된 탄소축적량은 2.05 Tg C 등으로 이를 감가하면 현재 사용 중인 HWP 탄소축적 변화량은 1.25 Tg C로 추정되었다(그림 9). 이 가운데 특히 국내 산림으로부터 이동된 HWP 탄소축적량의 경우 FAO통계 적용 추정보다 국내통계 적용 추정이 0.57 Tg C 적은 것으로 나타났다. 이는 앞서 살펴본 바와 같이 FAO통계의 원목생산량이 국내통계보다 2배 이상 많기 때문이다.

**요약 및 결론**

우리나라는 제1차 공약기간(2008~2012년) 동안 온실가스 의무감축국은 아니지만 2004년 기준으로 세계에서 10 번째로 이산화탄소를 많이 배출하는 OECD 회원국으로서 제2차 공약기간(2013~2017년)부터 온실가스 감축의무 부담 압력이 거세질 것으로 전망하고 있다. 따라서 본 연구에서는 이에 적절히 대응하기 위해 교토의정서 제2차 공약기간(2013~2017년) 이후의 교섭에 있어서 국가별 탄소 배출·흡수 인벤토리에 유력하게 포함될 전망인 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량 평가를 우리나라의 HWP 생산·수입·수출통계에 대한 FAO통계와 국내통계를 적용하여 비교 추정하였다.

그 결과, HWP 생산·수입·수출통계에 대한 FAO통계와 국내통계의 비교에서 FAO통계가 국내통계보다 원목, 제재목, 목질패널의 생산·수입량에서 대체적으로 더 많은 것으로 나타났다. 특히, 원목 생산량과 제재목 수입량에서 큰 차이를 나타냈다. 따라서 국내에 존재하는 모든 HWP가 탄소축적 변화량의 증가로 평가되는 SCA, 국

내에서 생산된 HWP만을 탄소축적 변화량의 대상으로 평가되는 PA, 산림생장에 의한 대기로부터의 탄소흡수량은 생산국에 계상되고 HWP의 분해·연소에 의한 대기로의 탄소배출량은 소비국에 계상되는 AFA 등 방법별 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량 평가에서 FAO통계 적용이 국내통계 적용 보다 유리한 것으로 추정되었다. 즉, 2005년 현재 HWP 탄소축적 변화량은 FAO통계 적용이 SCA 1.434 Tg C, AFA -1.330 Tg C, PA 0.597 Tg C, 국내통계 적용이 SCA 1.246 Tg C, AFA -1.520 Tg C, PA 0.444 Tg C 등으로 추정되었다. HWP로부터의 CO<sub>2</sub> 배출량·흡수량은 FAO통계 적용이 SCA -5,258 Gg CO<sub>2</sub> (흡수), AFA 4,877 Gg CO<sub>2</sub> (배출), PA -2,189 Gg CO<sub>2</sub> (흡수), 국내통계 적용이 SCA -4,569 Gg CO<sub>2</sub> (흡수), AFA 5,573 Gg CO<sub>2</sub> (배출), PA -1,628 Gg CO<sub>2</sub> (흡수) 등으로 추정되었다. 또한, 2005년 현재 HWP에 대한 탄소흐름도 추정에 있어서도 국내통계 적용의 경우 국내 산림으로부터 이동된 HWP 탄소축적량 0.53 Tg C, 수입된 HWP 탄소축적량 4.17 Tg C, 수출한 HWP 탄소축적량 1.41 Tg C, HWP로부터 배출(연소·분해)된 탄소축적량 2.05 Tg C, 현재 사용 중인 HWP 탄소축적 변화량 1.25 Tg C 등으로 FAO통계 적용 추정이 더 유리한 것으로 나타났다.

그러나 FAO통계 적용이 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량 추정에서 국내통계 적용 보다 더 유리한 것으로 추정되었다고 할지라도 이는 HWP 생산·수입·수출에 대한 FAO통계 적용의 불확실성 평가를 극복하지 못했기 때문이다. 따라서 향후 국제적인 협상에서 우리나라 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량을 제시할 경우 본 연구에서 실시한 국내통계 적용이 논리적이고 보다 정확한 추정 결과로 평가 받을 수 있을 것으로 판단된다.

한편, 2006년 4월 27일 2006년 IPCC 가이드라인이 확정되고 제4권 AFOLU(Agriculture, Forest and Other Land Use) 12장에 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량 방법이 제시되었다. 그러나 GPG-LULUCF와 마찬가지로 큰 차이 없이 여전히 SCA, PA, AFA가 그대로 제시되었다. 따라서 본 연구에서는 GPG-LULUCF의 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량 방법을 이용하였지만, 향후 AFOLU의 HWP 탄소축적 변화량 및 배출량 방법을 적용한 연구가 추가적으로 요구되고, 이와 관련된 국제적인 논의 동향의 지속적인 모니터링이 필요하겠다.

**인용문헌**

1. 에너지경제연구원. 2007. [http://www.keeci.re.kr/keeci/frame/e\\_cl\\_1.html](http://www.keeci.re.kr/keeci/frame/e_cl_1.html)
2. 주린원, 김철상, 이상연, 정병현, 김기동. 2006. 통계로 본 산림자원의 변화와 임산물 수급 추이. 국립산림과학원 연구자료 276: 41-79.

3. 최수임, 배재수, 정병헌. 2006. 기후변화협약 하에서 목제품 탄소계정 논의 동향 및 국내 탄소배출량에 미치는 영향 분석. 한국임학회지 95(4): 405-414.
4. 橋本征二, 森口祐一, 外崎眞理雄, 恒次祐子. 2003. 室果ガスインベントリにおける異なる木製品の炭素勘定方法の政策インプリケーション. 環境經濟・政策學會2003年大會報告要旨集: 22-23.
5. 日本林業調査會. 1998. 地球温暖化と森林・木材. 264pp.
6. Brown, S., Lim, B. and Schlamadinger, B. 1999. Evaluating approaches for estimating net emissions of carbon dioxide from forest harvesting and wood products. Intergovernmental Panel on Climate Change, Meeting Report, Dakar, 5-7 May 1998. 20pp.
7. Dias, A.C., Louro, M., Arroja, L. and Capela, I. 2007. Carbon estimation in harvested wood products using a country-specific method: Portugal as a case study. Environmental Science & Policy 10: 250-259.
8. FAO. 2007. <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=381&lang=en>
9. Green, C., Avitabile, V., Farrell, E. and Byrne, K. 2006. Reporting harvested wood products in national greenhouse gas inventories: Implications for Ireland. Biomass and Bioenergy 30: 105-114.
10. Hashimoto, S., Nose, M., Obara, T. and Moriguchi, Y. 2002. Wood products: potential carbon sequestration and impact on net carbon emissions of industrialized countries. Environmental Science and Policy 5(2): 183-193.
11. IPCC. 1997. Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. J. T. Houghton, L. G. Meira Filho, B. Lim, K. Treanton, I. Mamaty, Y. Bonduki, D. J. Griggs and B. A. Callander(eds.). Intergovernmental Panel on Climate Change, Meteorological Office, Bracknell, United Kingdom.
12. IPCC. 2004. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. 3.257-3.272, IGES.
13. Kohlmaier, G., Kohlmaser L., Fries, E and Jaeschke, W. 2007. Carbon estimation in harvested wood products using a country-specific method: Portugal as a case study. European Journal of Forest Research 126: 209-223.
14. Pingoud, K. 2003. Harvested wood products: considerations on issues related to estimation, reporting and accounting of greenhouse gases. Final report delivered to the UNFCCC secretariat.
15. Sampson, F., Apps, M., Brown, S., Cole C., Downing, J., Heath, L., Ojima, D., Smith, T., Solomon, A. and Wisniewski, J. 1993. Workshop summary statement - Terrestrial biospheric carbon fluxes - Quantification of sinks and sources of CO<sub>2</sub>. Water, Air and Soil Pollution 70(1-4): 3-15.
16. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2003. Estimation, reporting accounting of harvested wood products. FCCC/TP/2003/7. 44pp.
17. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2004. Issues relating to harvested wood products. FCCC/SBSTA/2004/MISC.9. 43pp.
18. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2005. Data and information on changes in carbon stocks and emissions of greenhouse gases from harvested wood products and experiences with the use of relevant guidelines and guidance of the Intergovernmental Panel on Climate Changes. FCCC/SBSTA/2004/MISC.9. 37pp.
19. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2007. Issues-LULUCF. FCCC/SBSTA/2007/L.5, paragraphs 7-9.
20. Watson, R., Zinyowera, M., Moss, R. and Dokken, D. 1996. Climate change 1995. Impacts adaptations and mitigation of climate change: scientific and technical analysis. contribution of working group II to second assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
21. Winjum, J. K., Brown, S. and Schlamadinger, B. 1998. Forest harvests and wood products: source and sinks of atmospheric carbon dioxide. Forest Science 44(2): 272-284.

---

(2007년 8월 16일 접수; 2007년 11월 2일 채택)