

목재의 밀도에 의한 함수율 추정^{*1}

— 연륜폭에 따른 변이 —

黃權煥^{*2} · 李元熙^{*2}

Estimation of the Moisture Content of Wood by Density^{*1}

- Moisture Variation with Annual Ring Width -

Kweon-Hwan Hwang^{*2} · Weon-Hee Lee^{*2}

ABSTRACT

The possibilities of the estimation of the moisture content(MC) for sitka-spruce(*Picea sitchensis Carr.*) by measuring density have been investigated. The method is based on the relationships between the wood density and moisture content of wood expressed by Equations (8)~(9). The purpose of this study is examining the estimation of the moisture content of wood by density and the variation of moisture content with annual ring width of wood.

The following conclusions were obtained :

1. This method is very convenience because of the average moisture content of wood can be obtained by a simple estimation. This estimation can be made from the easy measurement of the weight and volume of wood.
2. Coefficient of determination between the experimental MCs and theoretical MCs which is calculated by the oven-dry densities of each specimens and Equations (8), (9) is 0.98. This Correlation is very remarkable. Therefore the model Equations on the estimation of moisture content by wood density was available.
3. Relationship between experimental MCs and theoretical MCs which is estimated by average oven-dry density of total specimens showed positive correlation(Fig.2). But from the Fig.4, we can concluded that the number of specimens is two groups. This phenomenon is considered that the variation of MC by the annual ring width from the specimens' observations. Consequently, the MCs of wood by density, is likely to be successful method, can be estimate using by the average oven-dry densities divided with the annual ring widths of wood.

Keywords : Moisture content, wood density, moisture variation, annual ring width, oven-dry density

*1 접수 1995년 5월 29일 Received May 29, 1995

*2 경북대학교 농과대학 College of Agriculture, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

1. 緒 言

최근 열대 활엽수재의 공급감소에 대응한 북양재, 라디아타소나무, 시베리아산 침엽수재의 대체이용이 급격하게 증가하고 있는 추세에 있다. 따라서 앞으로 침엽수 건조재의 이용확산과 더불어 제재목 함수율의 체계적인 관리의 건조과정 전에 동일 함수율그룹으로 나누어 효율적으로 건조하는데 일익을 담당할 뿐만 아니라 원자재 수율향상에도 기여도가 큰 것으로서 매우 중요하다 할 것이다. 자동화공정에서 생각될 수 있는 함수율의 측정방법은 적외선 수분계에 의한 측정법이나 전기저항에 의한 접촉식 측정법등 다수 있으나, 재료 내에 함수율 경사가 존재하는 상태에서는 정확한 함수율 측정이 어렵기 때문에 실제로 도움이 되지 못하는 경우가 많다고 할 수 있다. 鄭 등(1994)에 의한 함수율 측정법에 의한 평형함수율비교 연구보고서에는 목재수분계에 관한 장단점이 요약되어 있으며, 연구결과에 의하면 함수율측정법간에 있어서 평형함수율은 큰 차이가 있다고 보고하였다. 또 활엽수재보다 수분경사가 심한 침엽수 심변재 혼합제재목의 수분관리는 특히 그 어려움이 크다고 할 것이다. 본 논문에서는 제재과정을 거쳐 배출되는 목재의 함수율을 측정하는 일련의 연구로서 침엽수재 소시험편을 이용하여 시험편의 밀도만으로 함수율을 추정해 보았다. 목재의 무게와 함수율의 관계는 Kollmann 등(1968)에 의해 기본적인 사항은 밝혀져 있고, Shida(1988, 1990) 등에 의해서 제재목 함수율의 용적 중에 의한 추정에 관한 연구가 일부 발표되고 있다. 그러나, 침엽수재는 일반적으로 연륜폭의 변이에 의한 함수율의 변화폭이 큰 점이 있지만 이런 점은 전혀 검토되고 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 건조에 의해 함수율경사가 존재하는 상태에서 밀도와 함수율의 관계 및 연륜폭의 관련여부를 조사 검토하였다. 또 목재가 수분을 함유하는 단순한 모델식으로서 목재의 무게만으로서 함수율을 추정할 수 있는지의 적용성 여부 및 모델식의 타당성도 검토하였다.

2. 材料 및 方法

2.1 함수율과 밀도의 상관

먼저, 본문에서 기술하고자 하는 목재의 밀도에 대한 정의는 용적밀도(수)가 아닌, 임의상태에 있어서의 목재 용적에 대한 그 상태에서의 목재 중량비로 표기한다. 목재의 각종 함수율에 대응하는 밀도를 서로 비교하기 위해서, 일정 함수율에 있어서의 밀도를 목적함수율에 있어

서의 밀도로 환산하기 위한 수식은 많이 제안되어 있지만, 체적변화율이 함수율에 의해 변화하고 섬유포화점 이상에서는 체적변화가 없기 때문에 많은 어려움이 있다. 또 목재의 함수율 1%감소에 의한 평균수축율이 분명하지 않기 때문에 엄밀한 환산은 어렵다. 일반적인 밀도환산의 계산에 있어서 세포내강의 체적변화는 없고 섬유포화점은 28%이며, 목재의 진비중은 1.50이라는 가정이 필요하다. 또 식의 적합성은 일반수종에 대해서 함수율 약 5%부터 20% 범위에 한정되어 있다. 왜냐하면 약 5% 이하의 함수율에 있어서는 흡착수 밀도의 증가가 영향을 주며, 함수율 약 20% 이상에서는 모관응축수가 측정질량과 체적에 영향을 주기 때문이다. 함수율 $u(\%)$ 일때의 목재의 밀도(r_u)는 Kollmann(1968)에 의해 목재의 전건 밀도(r_0)를 이미 알고 있는 경우, 함수율 25%에 있어서 최대 팽윤의 75% 팽윤이 일어난다는 실험결과로부터 함수율 0~25% 범위에서는 다음과 같은 식이 잘 알려져 있다. 즉, 전건질량 m_0 의 목재가 함수율 $u\%$ 일때의 질량 m_u 는

$$m_u = m_0 \left(1 + \frac{u}{100} \right) \dots\dots\dots (1)$$

이며, 함수율 $u\%$ 일때의 체적 V_u 는 전건체적 V_0 와 전건밀도 r_0 , 목재의 최대체적팽윤율 $28r_0(\%)$ 로부터,

$$V_u = V_0 \left(1 + \frac{0.75}{25} \times 28 \times r_0 \frac{u}{100} \right) \dots\dots (2)$$

이므로, 식 (1), (2)로부터 목재의 밀도 r_u 는 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$r_u = \frac{m_u}{V_u} = \frac{r_0 (100 + u)}{100 + 0.84r_0 \cdot u} \dots\dots (3)$$

그러나 함수율변화에 따른 목재밀도의 변화는 섬유포화점(u_f)을 경계로 하여 두개의 영역으로 나누어진다. 즉 물의 밀도를 1로 가정하면, 섬유포화점 이하에서의 목재의 함수율은 세포벽으로의 수분의 증감량은 세포벽 체적의 증감량과 같아지고, 섬유포화점 이상에서는 세포내강으로의 수분의 증감량은 내강체적의 감증량과 같은 동시에 목재체적은 섬유포화점일 때의 체적으로 불변량이고 중량만 증가한다고 할 수 있다. 따라서 섬유포화점 부근과 그 이상에 있어서 체적팽윤은 최대치 $u_f \cdot r_0$ 이므로 다음 식을 이용한다.

$$V_u = V_o \left(1 + \frac{u_f \cdot r_o}{100} \right) \quad (u > u_f) \quad \dots\dots (4)$$

그러나 섬유포화점에 있어서 식(2)과 식(4)는 연속성이 없으므로, 섬유포화점 이하에 있어서 체적환산은 수분 증가량이 모두 체적증가로 보고 다음식을 이용한다.

$$V_u = V_o \left(1 + \frac{u \cdot r_o}{100} \right) \quad (u \leq u_f) \quad \dots\dots (5)$$

따라서 식(1)과 식(4), (5)로부터 섬유포화점 이하와 이상에 있어서의 일정 함수율 u 에 대응하는 밀도 r_u (g/cm³)는 각각 다음과 같이 표현된다.

$$r_u = \frac{m_u}{V_u} = \frac{r_o (100 + u)}{100 + u_f \cdot r_o} \quad (u > u_f) \quad (6)$$

$$r_u = \frac{m_u}{V_u} = \frac{r_o (100 + u)}{100 + r_o u} \quad (u \leq u_f) \quad (7)$$

여기서 식 (6), (7)을 함수율 u (%)에 대해 정리하면 아래식 (8), (9)와 같이 되며, 이식들로부터 목재의 밀도로써 함수율을 추정할 수 있다.

$$u = \frac{(100 + u_f \cdot r_o) r_u}{r_o} - 100 \quad (u > u_f) \quad \dots\dots (8)$$

$$u = \frac{r_u - r_o}{r_o(1 - r_u)} \times 100 \quad (u \leq u_f) \quad \dots\dots (9)$$

2.2 공시재료

공시재료는 시트카 스프루스(*Picea sitchensis* Carr.) 재료로서 각 구조방향으로 길이 20mm인 시편을 이용하였다. 시편편수는 50개를 이용하였으며, 평균 전건밀도는

0.393g/cm³이었고 평균 연륜폭은 2.12mm였다. 또 평균 연륜폭 약 1.8mm를 전후해서 밀도의 구분이 뚜렷하였기 때문에 이 연륜폭을 기준으로 전체 시험편을 두그룹으로 구분하여 전건밀도와 연륜폭의 변이를 표1에 나타내었다. 실험에 앞서 먼저 기건상태의 시편을 포수상태화(전건밀도에 의한 계산상의 최대함수율 약 200%)하여, 생체상태의 시험편으로 조정하였다.

2.3 실험방법

포수상태의 시험편을 건조기속에 넣고 40℃ 항온상태에서 함수율 약 10%가 될 때까지 시편의 중량과 치수를 10회에 걸쳐 측정하였다. 이때 시편의 중량측정에는 0.1mg 精度的 전자저울을, 체적측정을 위한 치수측정에는 각 구조방향에 있어서 3곳을 버어니어캘리퍼스로서 측정하여 평균치를 이용하였다. 각 측정시점에 있어서의 중량을 그때의 각 체적으로 나눈 값을 그때의 밀도로 정의하여 산출하였다. 또 함수율(u)은 각 시점에서 측정한 중량(W_a)과 실험종료후에 구한 시편의 전건중량(W_o)에 의해 다음 식과 같이 전건법에 의거하여 산출하였다.

$$u = \frac{W_a - W_o}{W_o} \times 100 (\%) \quad \dots\dots (10)$$

3. 結果 및 考察

3.1 試片重量과 含水率

그림 1에 전체시험편의 무게와 함수율의 관계를 나타내었다. 그림 속의 3개의 직선중 중앙선은 1차 회귀식을 그린 직선이며, 그 상하의 직선은 신뢰도 95%를 취한 때의 신뢰폭의 상한값과 하한값이다. 이 그림들로부터 시편의 무게와 함수율은 명확한 정의 상관관계를 가짐을 알 수 있다. 그림 1을 보면 회귀직선을 경계로 하여 그 상하에 있어서 두개의 그룹으로 나누어짐을 알 수 있는데, 이것은 여러가지 실험인자로부터 추정해 볼때 연륜폭에 의해서 구분되는 것이 아닌가 생각되었다. 실험인자별 검

Table 1. Densities in oven dry wood and annual ring widths of test specimens.

Specimens	r_o (g/cm ³)				Annual ring width(mm)			
	Mean	Max	Min	SD	Mean	Max	Min	SD
Total specimens	0.393	0.463	0.329	0.042	2.12	3.54	1.17	0.76
NARW ^{*1}	0.429	0.463	0.414	0.011	1.47	1.77	1.17	0.16
BARW ^{*2}	0.353	0.419	0.329	0.024	2.83	3.54	1.80	0.47

*1 The width of annual ring is narrower than 1.8mm.

*2 The width of annual ring is broader than 1.8mm.

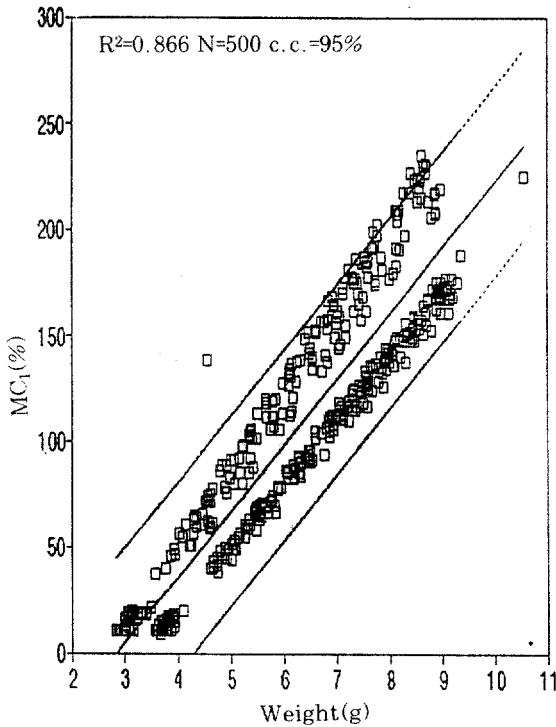


Fig. 1 Relationships between weights and MCs of all specimens.

The upper line is the upper confidence limit ; middle line is the regression line ; lower line is the lower confidence limit.

Legend : R² : coefficient of determination.

N : number of the specimens.

c.c.: Confidence coefficient.

토결과, 중앙의 회귀직선 상부의 시험편은 연륜폭이 넓은 그룹이며, 회귀직선 하부의 시험편은 연륜폭이 좁은 그룹으로서 역시 연륜폭의 大小가 그 원인임이 분명하게 밝혀졌다. 연륜폭의 廣狹를 조사해 본 결과, 연륜폭 약 1.8mm를 경계로 하여 밀도차이가 뚜렷하게 구분이 되었기에 본 논문에서는 이 값을 경계치로 이용하였다. 그림 1에서 연륜폭이 좁은 시험편의 최대함수율이 연륜폭이 넓은 시험편에 비해서 20~30%정도 차이가 생긴 것은 기건상태의 시험편을 포수상태화함에 있어서 연륜폭에 상관없이 감압처리시간을 똑같이 한 것 때문에 생긴 차이로 추정된다. 결정계수 R²를 보면 전체 시험편을 대상으로 할 경우에 있어서는 0.866, 연륜폭이 1.8mm보다 넓은 경우(중앙의 회귀직선 상부 그룹)의 것은 0.959.

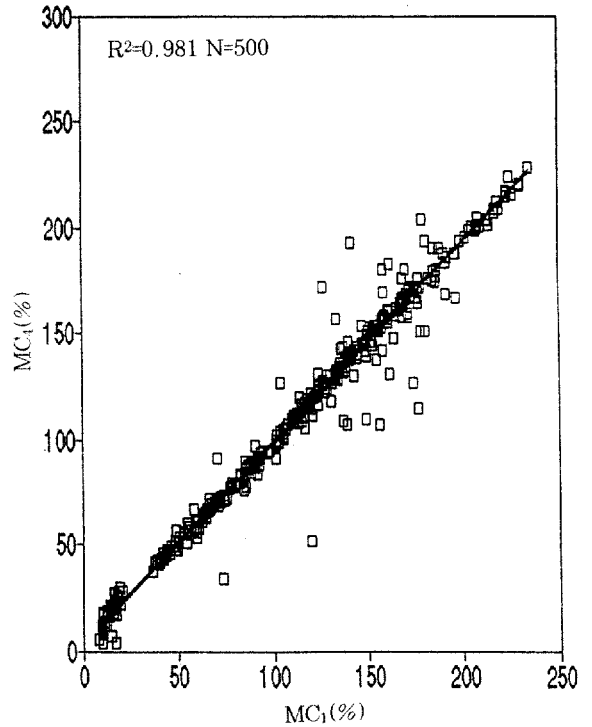


Fig. 2 Relationships between experimental MCs(MC₁) and theoretical MCs(MC₄) which is estimated by equations (8), (9) and individual densities(r_o , r_u) of specimens.

이보다 좁은 연륜폭(중앙의 회귀직선 하부 그룹)에 있어서는 0.982로서 시험편을 연륜폭에 의해 구분하면 상관성이 보다 나아지는 경향을 알 수 있다. 또 중앙으로부터 함수율을 예측하는 경우의 구간추정을 행하여 신뢰폭을 구해본 결과, 신뢰도 95%에서의 신뢰폭은 전체시험편을 대상으로 할 경우에 있어서는 $\pm 45.3\%$, 1.8mm보다 넓은 연륜폭의 시험에서는 $\pm 27.6\%$, 또 이보다 좁은 연륜폭의 시험에서는 $\pm 14.2\%$ 정도였다.

여기서 목재의 단위체적당의 무게를 일반화시킨 목재의 밀도와 함수율관계도 위에서 설명한 것과 같은 경향이 나타났다. 따라서 그림 1의 회귀직선을 경계로 한 두 개의 그룹이 연륜폭에 의해서 뚜렷하게 구분되었기 때문에, 일정 수종일 경우에 있어서는 연륜폭으로 구분하여 목재의 밀도만으로도 재의 함수율을 추정할 수 있을 것으로 생각된다.

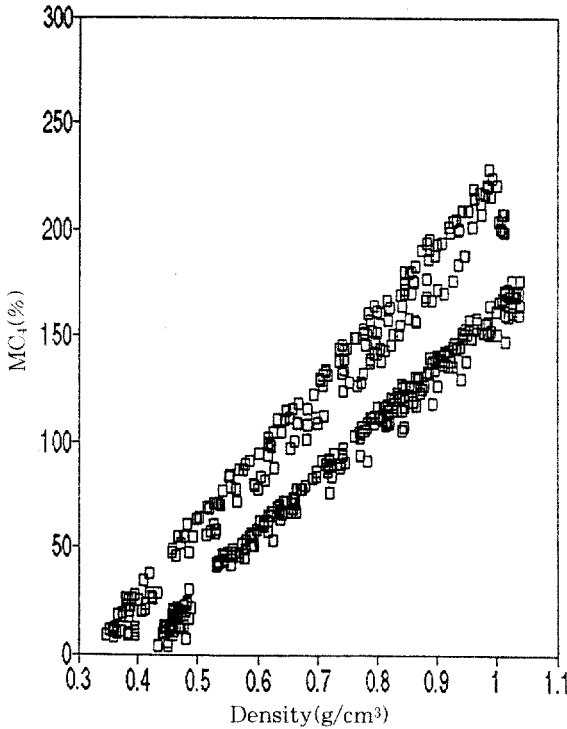


Fig. 3 Relationships between densities and MC_4 estimated by equations (8), (9) in which the individual oven-dry densities of all specimens were substituted.

3.2 含水率推定 Model式의 妥當性與否 檢討

위에서 서술한 이론에 근거한 함수추정 모델식의 타당성여부에 대하여 검토하였다. 그림 2에는 측정된 실험 데이터로부터 각 시편의 전건밀도값을 식(8)과 식(9)의 전건밀도에 부여한 경우, 시편의 실험치 함수율(MC_1)과 이론치 함수율(MC_4)간의 상관관계를 나타내었다. 이 그림으로부터 결정계수가 0.98로서 실험치와 모델식으로 추정된 함수율간에는 상당히 높은 상관성이 있음을 알 수 있다. 이 결과로부터 전건밀도로부터 계산되는 함수율 추정치에 관한 이론식은 그 타당성이 인정되었다. 그러나 섬유포화점 이하의 저함수율 영역에 있어서는 변이가 심한 편(그림 6,7)이며, 그 원인은 섬유포화점 이하에 있어서 수분량과 체적이 동일하다고 가정한 이론식에 적합성이 없기 때문인 것으로 생각된다. 이 현상의 주요원인은 섬유포화점 이하에 있어서 함수율과 용적변화의 관계는 세 포벽의 미세공극에 침투한 수분, 결합수의 비용적의 변화, 모세관 응축수 등의 성질에 기인하기 때문에 직선관

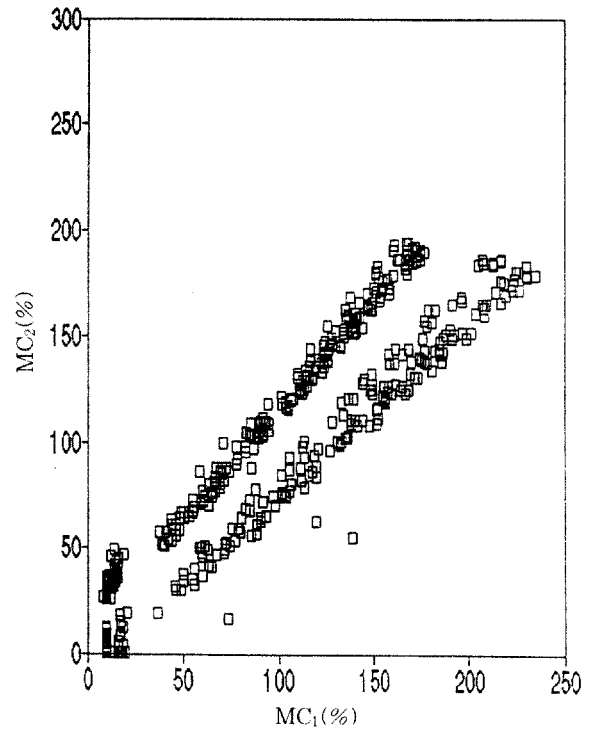


Fig. 4 Relationships between experimental values(MC_1) and theoretical values(MC_2) calculated by equations (8), (9) in which the average oven-dry density of all specimens was substituted.

계가 아닌 약간의 S자형을 나타내기 때문에 일어나는 결과라고 생각된다. 따라서 섬유포화점 이하에 있어서는 이론식에 이러한 점을 참고하여 약간의 수정이 필요하다고 생각된다. 그림 3에는 목재의 밀도와 이론치 함수율(MC_4)간의 상관관계를 나타내었다. 추정치 함수율과 실험치 함수율은 거의 같은 값을 나타낼 정도의 높은 상관관계를 가지고 있기 때문에 목재의 밀도와 실험치 함수율(MC_1)의 상관관계도 이와 유사한 것으로 나타났다. 이 그림에서 이론식에 의한 추정함수율은 두 그룹으로 분리되어 나타났으며, 이는 연륜폭에 의거한 원인으로 밝혀졌다.

3.3 함수율推定式의 全乾密度에 일정값을 부여한 경우의 含水率推定

그림 4는 전체시험편의 전건밀도 평균값인 0.393을 식(8), (9)에 대입하여 얻어진 함수율(MC_2)과 실제함수율(MC_1)과의 관계를 나타낸 것이다. 이 그림으로부터 시

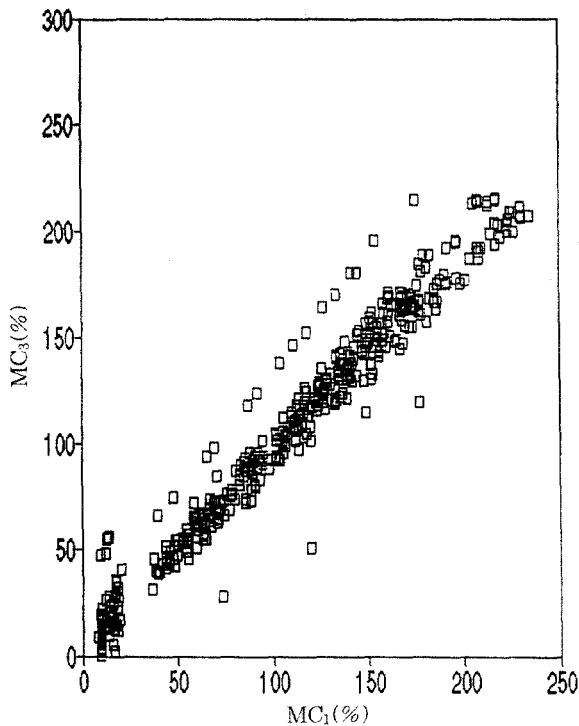


Fig. 5 Relationships between experimental values(MC_1) and theoretical values(MC_3) calculated by equations (8), (9) in which the average oven-dry densities divided by annual ring width of specimens.

편의 이론상의 함수율(MC_2)은 전건법으로 구한 실험치 함수율(MC_1)과 명확한 정의의 상관관계를 가짐은 사실이나 그 상관관계가 크게 두개의 그룹으로 나누어짐을 알 수 있다. 전체적으로는 0점을 통하는 일치회귀직선이 됨이 추정되나 두개의 그룹으로 분리됨을 조사해본 결과, 전향에서 논의한 것과 같은 연륜폭의 廣狹에 의해 구분됨이 확인되었다. 즉 넓은 연륜폭의 시편은 아래쪽으로, 좁은 연륜폭의 시편은 위쪽으로 구분되어 나타났기 때문에 밀도로부터 함수율 추정시에는 연륜폭에 의해 전건밀도의 평균 값을 각각 구분해서 적용해야 함이 인정되었다.

그림 5는 시편의 연륜폭 1.8mm를 기준으로 그 상하에 있어서의 전건밀도의 평균값인 0.353 및 0.429를 각각 이용하여 구한 추정치 함수율(MC_3)과 실제함수율(MC_1)과의 관계를 plot한 것이다. 이 그림 5는 전체 평균 전건밀도값으로 구한 이론치 함수율과 실험치 함수율

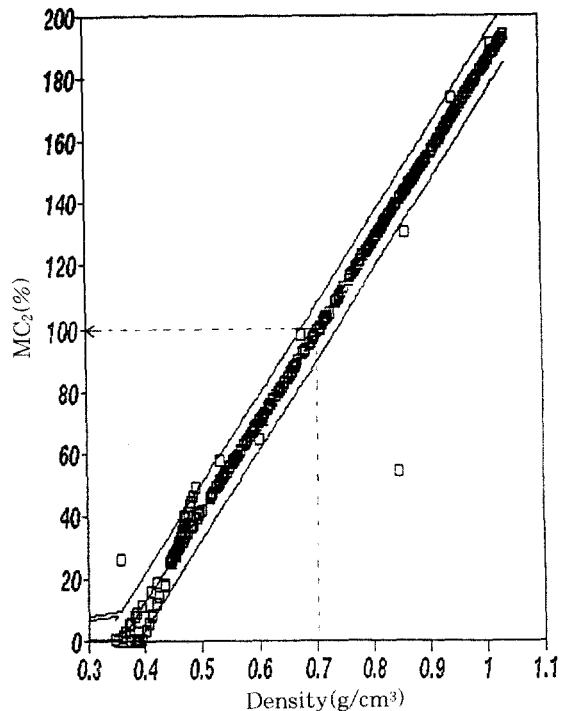


Fig. 6 Relationships between densities and theoretical MCs(MC_2) calculated by equations (8), (9) in which the average oven-dry density of all specimens was substituted.

의 관계를 나타낸 그림 4에 비하면 전체적으로 한 개의 그룹으로서 실제 함수율과 이론치 함수율이 거의 일치함을 보이고 있다. 이 사실로부터 동일 수종 및 재종이라고도 밀도로부터 함수율을 추정함에 있어서는 목재 연륜폭의 廣狹에 따라 전건밀도값은 다르게 적용되어야 함을 분명히 알 수 있다. 따라서 목재의 밀도로부터 함수율을 추정하기 위해서는 각 수종마다 연륜폭에 따른 함수율의 변이를 엄밀하게 조사하여 전건밀도로부터 함수율추정에 필요한 전건밀도의 수치를 정확하게 설정하여 적용할 필요가 있다고 판단되었다.

3.4 목재의 밀도와 이론식에 의한 추정치함수율의 상관

목재의 밀도로부터 함수율을 추정함에 있어서, 시편의 전체 평균전건밀도를 이용하는 경우와 연륜폭의 廣狹으로 구분한 그룹별 평균전건밀도를 이용하는 경우에 있어서 함수율 추정시에 생기는 편차에 대해서 조사하였다.

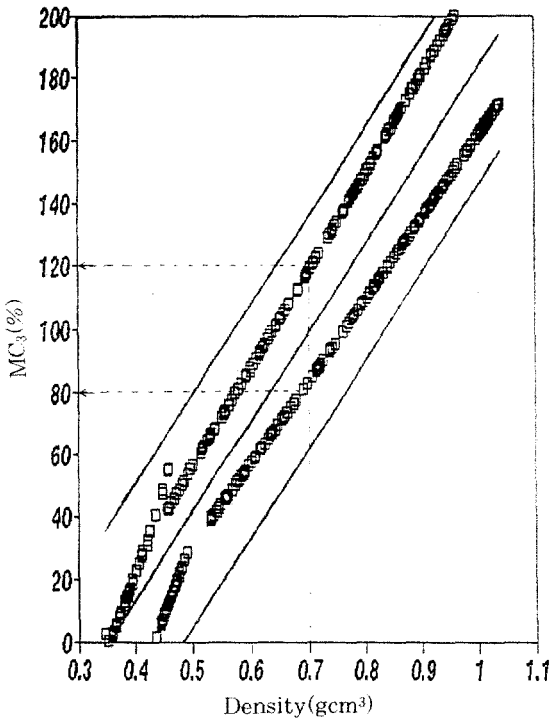


Fig. 7 Relationships between densities and theoretical MCs(MC₃) calculated by equations (8), (9) in which the average oven-dry densities divided by annual ring width of specimens.

그림 6에는 시편의 전체 평균전건밀도를 이용하여 구한 이론치 함수율(MC₂)과 시편의 밀도와 상관관계를 나타내었다. 또 그림 7에는 연륜폭의 廣狹으로 구분한 시편의 그룹별 평균전건밀도를 이용하여 구한 이론치 함수율(MC₃)과 시편의 밀도와 상관관계를 나타내었다. 먼저 그림 6에서 알 수 있듯이 시편의 전체 평균전건밀도를 이론식에 일률적으로 적용함으로써 밀도와 추정함수율 관계는 한 개의 직선분포를 보이고 있다. 반면에 그림 7에서 연륜폭으로 구분한 시편의 평균 전건밀도를 적용하여 구한 밀도와 추정함수율 관계는 두개의 직선분포를 보이고 있다. 이 사실로부터 실제 함수율과 대비해 볼 때, 전체 평균전건밀도를 이론식에 적용할 경우의 추정함수율은 연륜폭으로 구분한 평균 전건밀도값을 적용한 추정함수율보다 큰 차이를 보임을 알 수 있다. 예를 들면, 본 실험에 있어서 시편의 밀도 0.7인 경우의 함수율을 추정해 보면, 그림 6에서 MC₂는 약 100%를 나타내고 있다. 그러나

그림 7의 MC₃는 80%와 120%의 두가지가 있는데, 이것은 연륜폭이 좁은 경우와 넓은 경우가 있기 때문으로 실측치 함수율과 거의 같은 값을 보임을 알 수 있었다. 따라서 추정치 함수율 MC₂와 MC₃를 비교해 보면 함수율을 편차는 약 ±20%나 되고, 이것은 주어진 밀도에 대해서 오직 한개의 값만을 가짐으로서 발생하는 오차임을 알 수 있다. 이 결과로부터 목재의 밀도로부터 함수율을 이론식에 근거하여 추정할 경우, 목재의 연륜폭에 따른 밀도의 변이를 엄밀히 조사하여 적용해야 할 평균전건밀도값을 정확하게 산출해야 하는 것이 우선적인 과제임을 알 수 있다.

이상의 전건밀도와 함수율에 관한 내용을 고찰하면, 전건밀도와 함수율의 관계는 분명한 정의 상관관계로서 각 시편의 전건밀도의 차이때문에 넓은 帶狀분포를 나타낸다. 그러나 연륜폭의 대소로서 구분하여 적용한다면 신뢰도 95%수준에서 정확한 함수율추정이 가능하였다. 또 함수율 추정식의 적용에 있어서 정밀도 향상을 위해서는 연륜폭, 평균전건밀도와 같은 필요변수를 적절하게 이용해야 할 것으로 생각되었다. 또한 현장에서 사용되는 기동보, 판재 등 제재목 및 파티클보드, MDF 등의 목질 제재료에도 본 연구결과를 확대적용 가능한지의 여부는 앞으로의 연구과제라 할 수 있다.

4. 結 論

제재후 또는 건조전의 제재목의 선별분리는 건조공정에 있어서 省에너지화, 건조마무리 함수율의 균일화 등에 대한 잇점이 대단히 많은 공정이다. 침엽수제재목의 수분관리를 위한 함수율측정법의 기초연구로서 시트카스 프루스의 소형시험편을 이용하여 전건밀도로부터 함수율을 추정하는 방법의 가능성을 검토하고, 연륜폭의 廣狹에 따른 함수율추정의 변이를 조사하였다. 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 적절한 전건밀도값을 이용한 목재의 함수율추정은 측정용이한 중량, 체적측정만으로 현장에서 함수율을 간단하게 또한 신속, 정확하게 추정할 수 있는 장점과 수분경사가 있는 목재의 평균적인 함수율이 얻어지는 등의 특징이 있다.
2. 각 시편의 전건밀도값을 (8), (9)식에 적용하면 실제 함수율과 이론상의 함수율 상관관계가 결정계수 0.98로 나타났다. 그러나 섬유포화점 이하에 있어서는 결합수의 비용적의 변화와 모관응축수 등에 의해 함수율과 용적변화의 관계는 직선관계가 아니기 때문에 이론식의 적합성은 섬유포화점 이상의 경우에 비해서

약간 부적합하였다.

3. 함수율추정에 관한 이론식을 이용하여 전체시험편의 평균 전건밀도로부터 구한 추정함수율과 전건법에 의한 실제함수율간의 상관관계는 정의 상관을 가지는 두개의 그룹으로 나타났는데, 이것은 시험의 연륜폭에 따른 변이임이 밝혀졌다. 본 실험의 경우에 있어서는 연륜폭 1.8mm를 기준으로 그 상하에서 각각 평균 전건밀도를 이용하여 이론상의 함수율을 구하여 실제함수율과 상관을 조사한 결과, 강한 정의 상관관계를 가지는 한개의 그룹으로 나타났다. 따라서 목재의 밀도만으로 함수율을 추정할 경우, 연륜폭의 변이를 고려해야 함을 분명히 알 수 있었다. 따라서 앞으로 精度향상을 위한 연륜폭의 범위설정 및 평균 전건밀도의 선택방법 등, 필요변수의 적절한 이용과 적용방법에 관한 연구가 우선적으로 필요하다고 생각되었다.

謝 辭

본 연구를 수행함에 있어 많은 도움을 주신 경북대학교 임학과 韓祥烈 박사님께 감사드립니다.

參 考 文 獻

1. Kollmann, F., W. A. Cote. 1968. Principles of Wood Science and Technology I. Springer-Verlag: 165
2. 信田 聰. 1988. 建築用製材の水分管理システム. 木材工業 43(8): 8~13
3. 信田 聰. 1990. 製材含水率の容積重による推定. 木材學會誌 36(12): 1019~1026
4. 鄭希錫, 윌리엄 비 스미스. 1994. 慣行熱氣乾燥와 高溫乾燥 針葉樹材의 含水率 測定法에 의한 平衡含水率比較. 목재공학 22(4): 37~42