

갈참나무 樹葉의 飼料價値 및 生葉量推定에 關한 研究

김득수 · 이인덕

Nutritive Value and Biomass Estimation of Oriental White Oak (*Quercus aliena* Blume) Browse

Deuk Soo Kim and In Duk Lee

Summary

Browse from oriental white oak (*Quercus aliena* Blume) was analysed for nutritive value and biomass estimation. The content of crude protein was high on August and September. NDF, ADF and lignin contents were increased with progressing the seasons but IVDMD, TDN, DE and ME levels were not different from the variation of seasons. Tannin content was high on May and June.

Basal stem diameter \times height of tress was highly correlated with browse dry weights ($r=0.80^{**}$) and the linear regression equation are the follows; $Y=8.23+0.57X$ (Y =browse dry weight(g), X =basal stem diameter \times height(cm)). Using the traditional cutting method, the amounts of browse was determined as 823 g dry weight per tree, while the new method by the above equation gave a similar results, i. e., 793 g dry weight per tree. The possibility of browse biomass estimation of oriental white oak by the basal stem diameter \times height index was found.

I. 緒 論

참나무류는 소나무 다음으로 우리나라의 산에 널리 분포되어 있는 주요 樹種中에 하나이다. 참나무는 목재이용 이외에도 樹葉은 오래전부터 산양이나 사슴의 조사료원으로 이용되어 왔으며 최근에도 월동용 조사료원으로 중국등지에서 연간 약 15,000 ton (40억원)정도가 수입되어 양축농가에 공급되고 있을 만큼 주요한 사료자원중의 하나로 활용되고 있다. 한국산 참나무류중에서도 갈참나무 樹葉은 사료가치 및 기호성이 높고(李等, 1993) 산양의 영양소 요구량을 어느정도 충족할 수 있음이 보고된 바 있다(李等, 1994). 따라서 수요가 매년 증가되고 있는 참나무 樹葉의 잠재 생산성을 추정한다는 것은 중요하다고 하겠다.

지금까지는 참나무 樹葉의 생산량을 알기 위해서는 목초와 마찬가지로 관행적인 예취방법에 의하여 참나무를 베어내고 잎을 분리하여 무게를 달아 생산량을 조사하였으나 이 방법은 정확하지만 참나무 식

생을 파괴하여 지속적인 생산을 할 수 없게 할 뿐 아니라 시간과 노력 및 비용이 많이 들어가는 문제가 있다. 외국에서는 오래전부터 조사료원으로서의 樹葉類의 이용이 강조되어 왔기 때문에 간편하고 비용이 적게 들며 시간이 절약되는 여러가지 樹葉量을 추정할 수 있는 방법들이 연구되어 제시되고 있다 (Shuster, 1965; Basile와 Hutchings, 1966; Fergus와 Marsen, 1977; Rittenhouse와 Sneva, 1977; Bobek와 Bergstrom, 1978; Dean 등, 1981; Batolome와 Kosco, 1982; Felker 등, 1982).

물론 이러한 방법은 장점도 많지만 반면에 관목류의 種類, 生育期間, 季節, 年度 및 位置에 따라서는 잘 맞지 않는 경우도 보고되고 있다(Batolome와 Kosco, 1982). 그러나 동일한 지역에 우점되어 있는 같은 종류의 관목류에 대한 樹葉量 추정방법은 비교적 신뢰도가 높게 평가되고 있다. 따라서 본 연구는 갈참나무의 樹葉量을 추정할 수 있는 방법과 월별 사료가치를 구명하여 樹葉類 이용에 대한 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

II. 材料 및 方法

시험조사 및 시료채취는 충남 공주군 계룡면에 위치한 공주농업고등학교 부속목장내의 갈참나무가 散在되어 있는 동남향의 野山에서 1993년 3월부터 1994년 3월까지 실시하였다. 樹葉量 추정을 위한 갈참나무는 地勢, 土壤 및 向이 같은 지역에서 선정하였는데 5월부터 9월까지 5개월간 月末(25일~30일)에 각각 20株씩을 伐木하여 총 100株를 조사하였다. 供試된 갈참나무(*Quercus aliena* Blume)는 樹高가 2.5~3.0m 정도인 것을 선정하였고 너무 작거나 큰 것은 조사대상에서 제외하였다. 樹葉量 추정 回歸式을 산출하기 위하여 Bobek와 Bergstrom(1978)의 방법을 변형하여 지표면 5cm 부위의 줄기直徑과 지표면으로부터 가장 긴 나무 끝까지의 樹高를 측정하여 줄기直徑, 樹高 및 줄기直徑 × 樹高와 樹葉量 間의 相關 및 回歸式을 산출하여 추정치를 구하고 실측치와 비교 분석하였다.

실측 樹葉量조사는 벌목한 20株의 갈참나무를 1株씩 줄기와 잎을 분리하여 각각 무게를 달아 1株當의 生 樹葉量을 산출하였다. 乾 樹葉量은 1株當 生葉中에서 각각 100g씩을 채취하여 건조기(105℃, 48시간)에서 건조후 乾物率을 산출하여 이를 生葉量에 곱하여 구하였다. 월별 사료가치 분석용 시료는 1株當 100g씩을 채취하여 모은 시료 2,000g(20개체)을 비닐 주머니에 넣어 운반후 잘 섞은 뒤 이 중에서 500g을 냉동건조기에서 건조후 분석시료로 이용하였다.

일반 조성분은 AOAC(1980)의 방법에 준하여 분석하였고, 건물소화율(IVDMD)은 Tilley와 Terry(1963)의 방법으로, neutral detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF)는 Goering과 Van Soest(1970)의 방법으로 분석하였다. hemicellulose는 NDF-ADF의 차이로 구하였다. cellulose와 lignin은 Crampton과 Maynard(1938) 방법으로 분석하였고, 가소화에너지(DE) 및 대사에너지(ME)는 NRC(1973)의 $DE(\text{Mcal/kg}) = \text{TDN}(\%) \times 4.409$, $ME(\text{Mcal/kg}) = \text{TDN}(\%) \times 3.6115$ 의 수식으로, 가소화양분총량(TDN)은 Abe(1974)의 $\text{TDN}(\%) = 14.9 + 0.737 \text{ DMD}$ 의 수식으로 구하였다. tannin은 Folin-Denis방법(McLeod, 1974)으로 분석하였다.

III. 結果 및 考察

1. 飼料價値

월별로 조사한 갈참나무 樹葉의 사료가치를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 조단백질(CP)함량은 5월이 낮은 편이었고 9월이 높은 편이어서 전체적으로 보면 계절이 진행됨에 따라 증가되는 양상이었다. 즉 잎이 돌아나는 5월의 新葉에 비하여 잎이 성숙된 시기인 7, 8, 9월의 舊葉에서 오히려 조단백질함량이 더 높은 결과를 나타냈다. 이는 草本類인 목초와는 달리 木本類인 갈참나무 樹葉의 경우 葉伸長의 계절변화가 다르고 樹葉에 들어있는 tannin의 역할과 함량의 계절변화가 다르기 때문이 아닌가 생각된다. 조섬유(CF)함량은 월별로 차이가 없었으나 섬유소물질인 NDF, ADF 및 lignin함량은 계절이 진행됨에 따라 증가되는 경향이 뚜렷하여 樹葉의 특성이 잘 나타났다고 할 수 있겠다($p < 0.05$).

한편 건물소화율(DMD), 가소화양분총량(TDN), 가소화에너지(DE) 및 대사에너지(ME) 등은 계절변화에 따라 차이가 없었다. tannin함량은 5~6월은 10.1~11.7% 수준이었고 7~8월에는 9.1~10.0% 수준을 유지하고 있어 봄철 잎이 생육되는 시기에 tannin함량이 높았음을 알 수 있었다.

2. 實測 樹葉量

월별로 조사한 갈참나무의 樹葉量은 table 2에서 보는 바와 같이 계절이 진행됨에 따라 증가경향을 나타내었는데 樹葉量(乾物)은 1株當 평균이 5월 546g인데 비해 9월은 1,002g으로 잎이 伸長됨에 따라 樹葉量도 증가되는 경향이 뚜렷하였다. 나무줄기와 樹葉의 비율을 조사한 결과 전체에서 樹葉이 차지하는 비율은 평균 25~41%인데 비해 줄기의 비율은 59~75%로서 줄기의 비율이 훨씬 높았다. 乾物率은 수엽이 38~49%의 범위였는데 비해 줄기는 54~59%의 범위로 역시 목질화된 줄기의 乾物率이 높은 편이었다. 전체적으로 볼 때 계절이 진행됨에 따라 乾物率은 높아지는 경향이 뚜렷하였다.

3. 줄기直徑 × 樹高와 樹葉量間의 相關

줄기直徑, 樹高 및 줄기直徑(地表 5cm) × 樹高와 樹葉量(乾物)間의 相關을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 줄기直徑, 樹高 및 줄기直徑 × 樹高와 樹葉量(乾物)간에는 모든 계절에 관계없이 正의 相關關係가

Table 1. Nutrient composition(DM basis) of oriental white oak browse, 1993

| Month | CP | EE | NFE | CF | CA | NDF | ADF | HC | CELL | LIG | DMD | TDN ¹⁾ | DE ²⁾ | ME ³⁾ | Tannin ³⁾ | |
|----------------------|------|------|------|------|-----|-------|------|------|------|-------|------|-------------------|------------------|------------------|----------------------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | Mcal/kg | % | |
| May | 14.3 | 2.6 | 56.2 | 22.6 | 4.3 | 59.6 | 32.7 | 26.9 | 18.5 | 12.3 | 47.1 | 49.6 | 2.185 | 1.792 | 10.1 | |
| Jun. | 14.6 | 2.4 | 56.6 | 22.3 | 4.1 | 60.9 | 33.1 | 27.8 | 17.5 | 15.3 | 50.5 | 52.2 | 2.300 | 1.886 | 11.7 | |
| Jul. | 15.4 | 2.4 | 54.8 | 22.6 | 5.3 | 62.8 | 36.7 | 26.1 | 18.6 | 17.2 | 49.4 | 51.3 | 2.263 | 1.856 | 9.1 | |
| Aug. | 15.2 | 2.6 | 53.3 | 23.9 | 5.1 | 65.2 | 38.6 | 26.6 | 18.2 | 17.6 | 51.3 | 52.7 | 2.324 | 1.906 | 10.0 | |
| Sep. | 15.7 | 3.4 | 51.3 | 24.4 | 5.2 | 66.2 | 38.5 | 27.6 | 18.7 | 17.9 | 47.8 | 50.1 | 2.210 | 2.813 | 9.7 | |
| All | 15.0 | 2.7 | 54.0 | 23.6 | 4.8 | 62.9 | 35.9 | 27.0 | 18.3 | 16.1 | 49.2 | 51.2 | 2.256 | 1.851 | 10.1 | |
| Significance and LSD | 0.7* | 0.4* | 2.4* | NS | NS | 3.8** | 2.9* | NS | NS | 2.1** | NS | NS | NS | NS | NS | 0.5* |

* P<0.05, ** P<0.01.

CP: crude protein, EE: ether extracts, NFE: nitrogen free extracts, CF: crude fiber, NDF: neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber, HC: hemicellulose, CELL: cellulose, LIG: lignin, DMD: *in vitro* dry matter digestibility, TDN: total digestible nutrients, DE: digestible energy, ME: Metabolizable energy.

¹⁾ TDN was calculated by adopting the equation of Abe(1974).

$$TDN(\%) = 14.9 + 0.737 DMD$$

²⁾ DE, ME was calculated by adopting the equation of NRC(1973).

$$DE(Mcal/kg) = TDN(\%) \times 4.409, \quad ME(Mcal/kg) = TDN(\%) \times 3.6155$$

³⁾ Tannin acid equivalent.

Table 2. Mean oriental white oak browse production of individual plants by season of cutting, 1993

| Month | Sample size (n) | Height (cm) | Basal stem diameter(cm) | Green weight(g) | | | | Dry weight(g) | | | | DM(%) | |
|-------|-----------------|-------------|-------------------------|-----------------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | | | leaf | stem | total | ratio | leaf | stem | total | ratio | | |
| May | 20 | 222 | 3.79 | 1,432 | 2,426 | 3,858 | 0.41 | 546 | 1,336 | 1,882 | 0.41 | 38.2 | 54.6 |
| Jun. | 20 | 268 | 4.87 | 1,866 | 3,909 | 5,775 | 0.37 | 799 | 2,142 | 4,823 | 0.37 | 43.1 | 54.2 |
| Jul. | 20 | 307 | 5.00 | 1,945 | 5,429 | 7,374 | 0.27 | 816 | 3,018 | 3,834 | 0.27 | 42.1 | 55.6 |
| Aug. | 20 | 252 | 4.53 | 1,980 | 4,802 | 6,782 | 0.25 | 950 | 3,845 | 4,795 | 0.25 | 48.0 | 56.7 |
| Sep. | 20 | 280 | 4.68 | 2,057 | 4,538 | 6,595 | 0.37 | 1002 | 2,677 | 3,679 | 0.37 | 48.7 | 59.0 |
| All | 100 | 266 | 4.57 | 1,856 | 4,221 | 6,077 | 0.33 | 823 | 2,604 | 3,823 | 0.33 | 44.0 | 56.0 |

성립되어 고도의 유의성이 인정되었다. 특히 줄기直徑이나 樹高보다는 줄기直徑 × 樹高와의 상관계수

가 높아서 갈참나무의 줄기直徑 × 樹高는 1株當 樹葉量과 밀접한 연관성이 있음이 밝혀졌다.

Table 3. Correlation coefficients of dependent variables with dry weight of oriental white oak browse

| Dependent variables | May n=20 | June n=20 | July n=20 | August n=20 | September n=20 | All n=100 |
|------------------------|-------------|--------------|--------------|----------------|--------------------|--------------|
| Height(H) | 0.83** | 0.92** | 0.73** | 0.61* | 0.58 ^{NS} | 0.74** |
| Basal stem diameter(D) | 0.72** | 0.85** | 0.85** | 0.83** | 0.70** | 0.78** |
| H × D | 0.84** | 0.95** | 0.93** | 0.87** | 0.78** | 0.80** |

* P<0.05, ** P<0.01.

4. 樹葉量 推定 回歸式

갈참나무 樹葉의 월별 樹葉量 산출을 위한 회귀식은 Table 4와 같다. 5월~9월까지 100株의 평균 회귀식은 $Y=8.23+0.57X$ {Y=樹葉量(乾物, g), X=줄기直徑 × 樹高(cm)}였고 이 때 r값은 0.80**이었다. 회귀식으로 산출한 추정치와 Table 2에서 조사한 계절별 실측치를 비교한 결과 1株當 평균 樹葉量(乾物)은 실측치가 823g인데 비해 회귀식으로 산출한 추정치는 793g로 나타나 두 방법간에 큰 차이가 없는 결과를 얻었다. 따라서 줄기直徑 × 樹高에 의한 갈참나무의 樹葉量 推定の 가능성이 확인되었으며, Bobek와

Bergstrom(1978) 및 Felker 등(1982)이 荳科灌木 및 喬木의 樹葉量 추정에 응용하였던 줄기直徑 × 樹高指數를 근거로 하여 갈참나무의 樹葉量을 추정할 수 있는 방법이 확인되었다. 그러나 Bartolome와 Kosco(1982)는 관목류의 樹葉量 추정에 있어서 種類, 生育期間, 季節, 年度 및 位置에 따라 차이가 있음을 보고한 바 있고 Felker 등(1982)도 調査場所 및 光에 따라 차이가 있음을 제시한 바 있어 個體數를 더 많이 조사하여야만 實測值에 근접한 회귀식을 유도할 수 있어 신뢰도가 높아질 것으로 사료된다.

Table 4. Equation used to predict dry weight(g) of oriental white oak browse

| Month | n | Predictive equation ¹⁾ | r | SE ²⁾ |
|-------|-----|-----------------------------------|------|------------------|
| May | 20 | $Y = 1.97 + 0.72 X$ | 0.84 | 0.11 |
| Jun. | 20 | $Y = 13.71 + 0.39 X$ | 0.95 | 0.03 |
| Jul. | 20 | $Y = -3.36 + 0.81 X$ | 0.93 | 0.07 |
| Aug. | 20 | $Y = 5.67 + 0.73 X$ | 0.87 | 0.10 |
| Sep. | 20 | $Y = 6.77 + 0.68 X$ | 0.78 | 0.13 |
| All | 100 | $Y = 8.23 + 0.57 X$ | 0.80 | 0.20 |

¹⁾ Regression equation : $Y = a + b X$.

$Y = \text{Log}_{10}$ of browse biomass (dry weight, g)

$Y = \text{Log}_{10}$ of stem height × basal stem diameter(cm)

r = correlation coefficient, n = number of trees.

²⁾ Standard error of analysis of variance.

IV. 摘 要

갈참나무(*Quercus aliena* Blume) 樹葉의 飼料價値

및 生葉量을 추정한 결과 갈참나무의 조단백질 함량은 8월과 9월에 높았으며 NDF, ADF 및 lignin 함량은 계절이 진행됨에 따라 증가되었다. 건물소화율, 가스

화양분총량, 가소화 및 대사에너지는 월별로 차이가 없었고, tannin함량은 5월과 6월에 높았다.

樹葉量은 줄기直徑 × 樹高간에는 正의 相關관계가 성립되어 $Y(\text{乾物樹葉量}) = 8.23 + 0.57X(\text{줄기直徑} \times \text{樹高})$ 의 回歸式($r = 0.80^{**}$)이 산출되었다. 1株當 평균 樹葉量은 實測值가 823g이었고 推定值는 793g으로 두 방법간에 큰 차이가 없었다. 따라서 줄기直徑 × 樹高指數에 의한 갈참나무 樹葉量의 추정 가능성이 확인되었다.

V. 引用文獻

1. A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis, 13th ed. Association of official analytical chemists. Washington, D.C., U.S.A.
2. Basile, J.V. and S.S. Hutchings. 1966. Twig diameter-length-weight relations of bitterbrush. J. Range Manage. 19:34-37.
3. Bartolome, J.W. and B.H. Kosco. 1982. Estimating browse production by deerbrush (*Ceanothus integririmus*). J. Range Manage. 35(5):671-672.
4. Bobek, B. and R. Bergstrom. 1978. A rapid method of browse biomass estimation in a forest habit. J. Range Manage. 31(6):456-458.
5. Crampton, F.W. and L.A. Maynard. 1938. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. J. Nutr. 15:383-395.
6. Dean, S., J.W. Burkhardt and R.O. Meeuwig. 1981. Estimating twig and foliage biomass of sagebrush, bitterbrush, and rabbitbrush in the Great Basin. J. Range Manage. 34(3):224-227.
7. Felker, P., P.R. Clark, J.F. Osborn and G.H. Cannell. 1982. Biomass estimation in a young stand of mesquite(*Prosopis spp.*), ironwood(*Olneya tesota*), palo verde (*Cercidium floridum*), and leucaena (*Leucaena leucocephala*). J. Range Manage. 35(1): 87-89.
8. Fergus, R.B. and M. Marsen. 1977. Estimating overwinter bitterbrush utilization from twig-diameter-weight relations. J. Range Manage. 30:231-236.
9. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1963. Forage fiber analysis. U.S.D.A., ARS. Agr. Handbook. No. 379.
10. McLeod, M.N. 1974. Plant tannins-their role in forage quality. Nutrition Abstracts and Reviews. 44:803-815.
11. Rittenhouse, L.R. and F.A. Sneva. 1977. A technique for estimating big sagebrush production. J. Range Manage. 30:68-70.
12. Shuster, J.L. 1965. Estimating browse from twig and stem measurements. J. Range Manage. 27:428-437.
13. Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1970. A two stage techniques for *in vitro* digestibility of forage crops. J. Brit. Grassl. Sci. 18:104-111.
14. 이인덕, 이중해, 이형석. 1993. 참나무 수엽의 사료가치 비교 연구. 한초지. 13(3):221-227.
15. 이인덕, 이중해, 이형석. 1994. 한국산 갈참나무 수엽의 영양가치 구명에 관한 연구. 한초지. 14(1):27-33.