

참당귀(*Angelica gigas* Nakai)의 직파 및 이식재배에 따른 생장해석

남효훈*·최돈우*·김길웅**·권오훈*·최부술***

Growth Analysis of *Angelica gigas* Nakai Affected by Cultivation Methods

Hyo Hoon Nam*, Don Woo Choi*, Kil Ung Kim**, Oh Heun Kwon* and Boo Sull Choi***

ABSTRACT : This study was conducted to obtain the information on dry matter productivity in *Angelica gigas* Nakai for establishing the cultivation method. Cultivation methods such as direct seeding on Mar. 31, Apr. 15 and Apr. 30, and transplanting of 8½, 9, 12 months old seedling were investigated. There were similar tendencies in changes of agronomic characters for all cultivation methods. Dry weight started to increase from 120 DAS. Direct seedling showed vigorous growth for aerial part, whereas transplanting showed better underground part. The quadratic polynomial was suitable to dry weight of root after 120 DAS (or DAT).

Short growing time had higher RGR and NAR independent of cultivation method but Direct seeding on Mar. 31 and transplanting of 9 months old seedling had the highest CGRs. LAI was positively correlated with CGR, and CGR had the highest value as 6.74 g/m²/day when LAI was 1.97. RGR and NAR increased as mean temperature was increased and showed the highest value around 23°C. The highest net production of leaf and petiole was obtained at 20 and 23°C, respectively.

Key words : *Angelica gigas* Nakai, Growth analysis, Cultivation method

緒 言

참당귀 (*Angelica gigas* Nakai)는 산형과의 2~3년생 숙근약초로서 뿌리를 이용하는 작물로 한국, 일본, 중국 등지에 분포하고 있으며 (정, 1956) 국내 참당귀 재배는 '97년 전국 재배면적 1,208 ha

중 강원도가 48.2%로 가장 많고 경북지역은 27.1%를 점유하고 있으며 봉화, 청송, 울진, 영일 등이 주산지이다 (농림부, 1998).

참당귀는 직파하거나 온상육묘이식재배를 하면 1년생 또는 2년생에서 추대되고, 노지육묘이식재배를 하면 2년 또는 3년생에서 추대하여 개화결실하게 되며 근의 목질화가 진전되어 상품성을 상실

* 경북농업기술원 봉화고냉지약초시험장 (Kyongbuk Agricultural Research and Extension Services, Ponghwa alpine medicinal plant experiment station, Ponghwa, 755 - 845, Korea)

** 경북대학교 농과대학 (Coll. of Agric., Kyungpook Nat'l Univ., Teagu 702 - 701, Korea)

*** 경북농업기술원 (Kyongbuk Agricultural Research and Extension Services, Teagu, 702 - 320, Korea)

< '99. 6. 25 접수 >

재료 및 방법

하는 특성이 있다(농촌진흥청, 1994). 이러한 특성으로 기존의 연구들은 주로 추대와 관련하여 이루어졌는데 Ahn et al. (1994a, b)은 묘의 중량이 클수록 생육이 왕성하여 추대율이 높아지므로 5 g 미만의 소묘가 추대억제에 적합하며, 추대억제를 위해서는 화아분화기에 단일, 약광상태가 양호하다고 하였다. Lee et al. (1993)은 대묘일수록 초기 생육이 왕성하나 7월 초순~8월 초순 사이의 고온기에 생육정지현상이 나타나며 추대율이 높다고 하였다. 그러나 참당귀의 재배양식 즉 파종시기 또는 노지육묘시기에 따른 생육변화에 대한 연구는 미흡한 실정이며 적절한 생육진단법 확립 및 생산성 평가를 위한 성장해석시험은 이루어지지 않았다.

식물의 물질생산에 대한 연구는 1919년 Blackman이 식물의 건물생산은 복리적 증가법칙을 따른다고 발표한 이래 식물성장해석의 기초를 이루었다. 그 후 식물의 일차생산성을 평가하는 방법으로 널리 이용되어 왔으며(Blackman, 1919; Evans, 1972; Watson, 1952) 수도(Lee et al., 1994; 이, 1982), 무(Park et al., 1983), 부추(Hahn & Takano, 1986) 등의 품종간 성장해석 및 결구상치의 성장해석에서 평균기온과 작물의 생태반응간의 관계(Oh et al., 1986)가 구명된 바 있다. 또한 작약의 년차별 성장해석(Kim et al., 1998) 등 약용작물분야에서도 성장해석을 이용한 일차생산성의 평가가 시도되고 있다. 따라서 본 연구는 참당귀의 주산지인 경북 북부지역에서 재배양식에 따른 주요 농업형질의 경시적 변화와 일차생산성을 분석함으로써 성장특성 구명 및 적절한 재배법 확립의 기초자료로 활용코자 실시하였다.

본 실험은 '97년 4월부터 '98년 11월까지 2년간 경상북도농업기술원 봉화고냉지약초시험장 포장에서 실시하였다. 봉화재래종 참당귀 종자를 공시하여 이식재배는 1×3 m 노지육묘상에 72시간동안 침중처리한 종자를 m^2 당 50 g(농촌진흥청, 1994)씩 각각 '97년 4월 15일, 7월 15일 및 7월 30일에 파종, '98년 4월 15일에 이식하였으며 파종시기에 따른 묘소질은 표 1과 같다.

직파재배는 종자를 72시간 침중 후 '98년 3월 31일, 4월 15일, 4월 30일에 각각 재식거리 50×25 cm로 파종하였다. 시비량은 N-P₂O₅-K₂O=16-24-9(kg/10a)으로 처리하였으며 P₂O₅와 K₂O는 전량 기비로 처리하였다. N은 기비 : 추비=30 : 70의 비율로 사용하였고 추비는 7월 13일과 8월 13일에 균등분할 시비하였다. 기타 재배법은 약용작물 표준재배법(농촌진흥청, 1994)에 준하여 난괴법 3반복으로 수행하였다.

파종 및 이식 후 10일 간격으로 반복당 10개체를 sampling하여 초장, 엽면적, 근장 및 근두직경을 약용작물 시험연구조사기준에 의거 조사한 후(농촌진흥청, 1989) 엽, 엽병과 지하부로 구분, 수세하여 열풍건조기 60℃에서 48시간 건조하여 건물중을 측정하고 시기별 성장형태를 추구하기 위하여 각 기관의 건물중 변화와 전체 건물중에 대한 각 기관별 비율을 산출하였으며 2차 다항식($y=ax^2+bx+c$)을 적용하여 지하부 건물중의 변화를 추정하였다. Blackman의 성장해석법(Blackman, 1919; 농촌진흥청, 1997)에 따라 상대생장을(RGR), 순

Table 1. Qualities of *Angelica gigas*'s seedlings affected by seeding times under field conditions.

Seeding time	Plant height (cm)	Leaf (No.)	Root length (cm)	Seedling distribution by root head diameter (mm)			
				< 3	3~5	5~7	>7
Apr. 15, '97	17.2	1.7	16.2	-	20	40	40
Jul. 15, '97	13.8	1.7	15.0	15	80	5	-
Jul. 30, '97	9.1	1.4	11.9	25	75	-	-

※ Investigated on Apr. 15, 1998

동화율 (NAR), 작물생장을 (CGR) 등을 조사하고 이들과 평균기온과의 관계를 조사하였다.

결과 및 고찰

지상부 형질의 변화는 그림 1에서 보는 바와 같이 초장변화는 S자형 곡선을 나타내었다. 재배양식에 관계없이 파종후 110일에 절대신장량이 가장 많았고 파종후 130일까지 급격히 증가한 후 180일까지 완만하게 증가하였으며 성장 후기인 190일부터는 하위엽의 고사로 인해 감소하기 시작하였다. 최대 초장은 3월 31일, 4월 15일 및 4월 30일 직파가 각각 65.1, 57.3 및 50.8 cm로 파종시기가 빠를수록 컸다. 이식재배는 초기 생장이 직파재배에 비해 왕성하였고 정식 초기에는 12개월묘 ('97년 4월 15일 파종)의 생장이 가장 왕성하였으나 정식후 110일부터는 9개월묘 ('97년 7월 15일 파종)와 8½개월묘 ('97년 7월 30일 파종)의 생장이 상대적으로 왕성하여 각각 최대초장이 45.9, 55.7 및 54.7 cm

이었다. 엽면적은 파종 후 100일부터 급증한 후 파종 후 180일부터 감소하였으며 최대 엽면적은 3월 31일 직파재배가 2,997 cm^2 /주, 9개월묘 이식재배가 2,699 cm^2 /주이었다.

지상부 형질의 경시적 변화는 재배양식에 상관없이 유사하였으며 직파재배에서는 파종시기가 빠를수록 생장이 왕성하였다. 이식재배에서는 9개월 이하 묘가 관행 12개월묘보다 생장은 왕성하였는데 이는 Ahn et al. (1994a)이 보고한 바와 같이 육묘기간이 길어질수록 묘소질이 양호하여 초기 생장은 왕성하나 후기 고온기의 호흡량 증가로 인해 생장이 둔화되는 반면 상대적으로 육묘기간이 짧은 묘는 후기에 생장이 왕성하였기 때문으로 보인다.

그림 2와 같이 근장과 근두직경은 직파재배와 이식재배에서 공히 성장시기가 경과함에 따라 직선적으로 증가하였다. 최대 근장은 3월 31일, 4월 15일 및 4월 30일 직파에서 각각 40.0, 36.9, 37.5 cm이었고 12, 9 및 8½개월묘 이식에서는 각각 40.7, 42.4, 40.2 cm이었다. 최대 근두직경은 3월

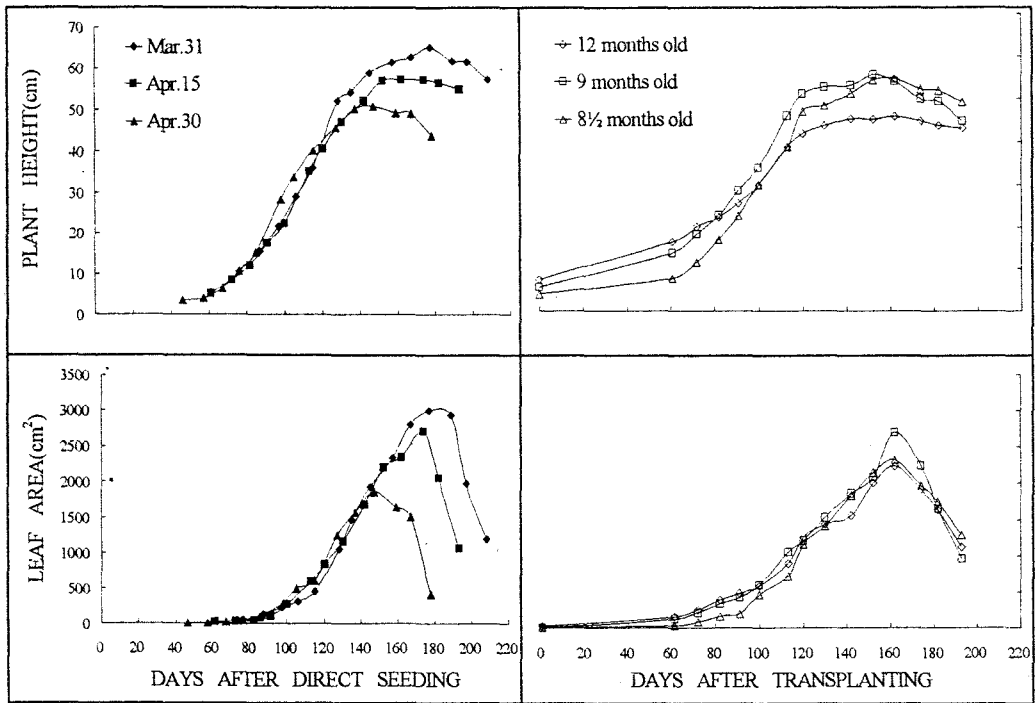


Fig. 1. Changes of plant height and leaf area in different seeding time in *Angelica gigas* Nakai.

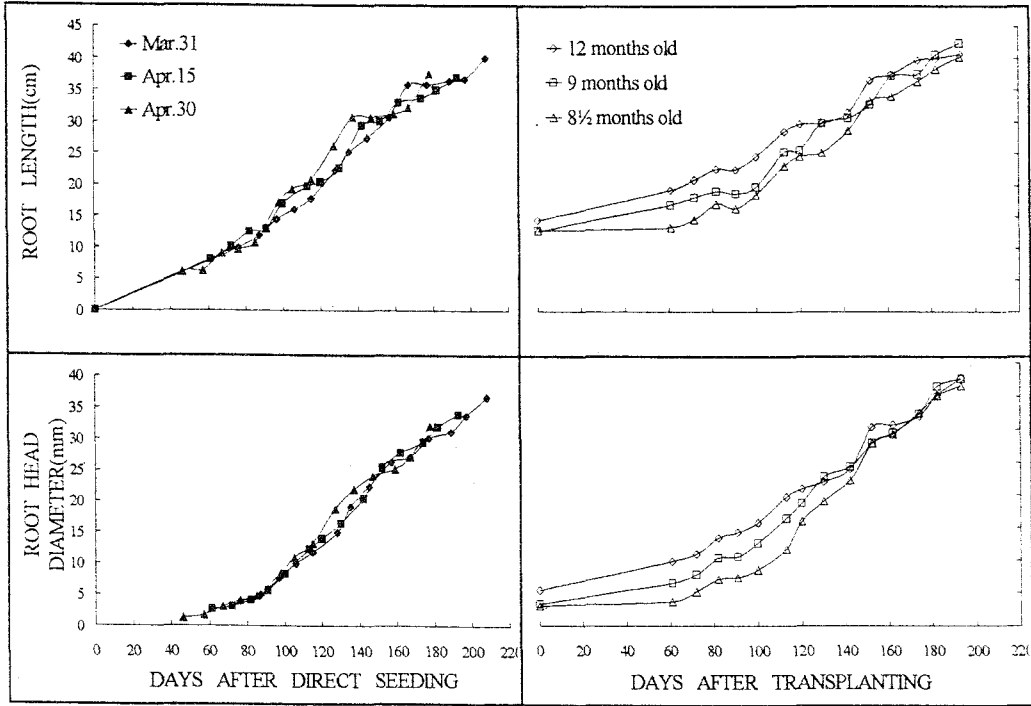


Fig. 2. Changes of root characters in different seeding time in *Angelica gigas* Nakai.

31일, 4월 15일 및 4월 30일 직파에서 각각 36.6, 33.8, 32.1 mm이었고 12, 9 및 8½개월묘 이식에서는 각각 37.8, 37.7, 36.6 mm이었다. 이식재배에서 근장과 근두직경은 성장초기에는 묘령이 많을수록 큰 경향이었으나 생장이 진전됨에 따라 묘령에 따른 차이가 없었다.

재배양식별, 생장시기별 최대 지상부 건물중은

표 2와 같이 직파시기가 빠를수록 많았고, 이식재배에서는 9개월묘가 가장 많았으며 3월 31일 직파의 건엽중과 건엽병중은 이식재배보다 많았다.

건엽중과 건엽병중은 파종 및 이식 후 150일경에 일일 순생산량 ($\Delta W/\Delta t$)이 가장 많았으며 170~200일경부터 감소하기 시작하였는데 (그림 3) 참당귀의 수확시기가 10월 하순에서 11월 초순이라는

Table 2. The highest dry weight of *Angelica gigas* affected by cultivation methods.

Cultivation method	Time	LDW [†] (g/plant)	PDW [†] (g/plant)	RDW [‡] (g/plant)
Direct seeding	Mar. 31	16. 1a [§]	13. 6a	55. 3ab
	Apr. 15	13. 1b	8. 8d	43. 3cd
	Apr. 30	10. 4c	7. 1e	33. 8d
Trans-planting	Apr. 15 (12M old)	12. 1b	8. 2de	46. 1bc
	Apr. 15 (9M old)	13. 3b	12. 5b	64. 0a
	Apr. 15 (8½ M old)	12. 9b	10. 4c	45. 7bc

[†] LDW : leaf dry weight, [†] PDW : petiole dry weight, [‡] RDW : root dry weight

[§] In each column, the same letters mean not significantly different at the 5% level by DMRT.

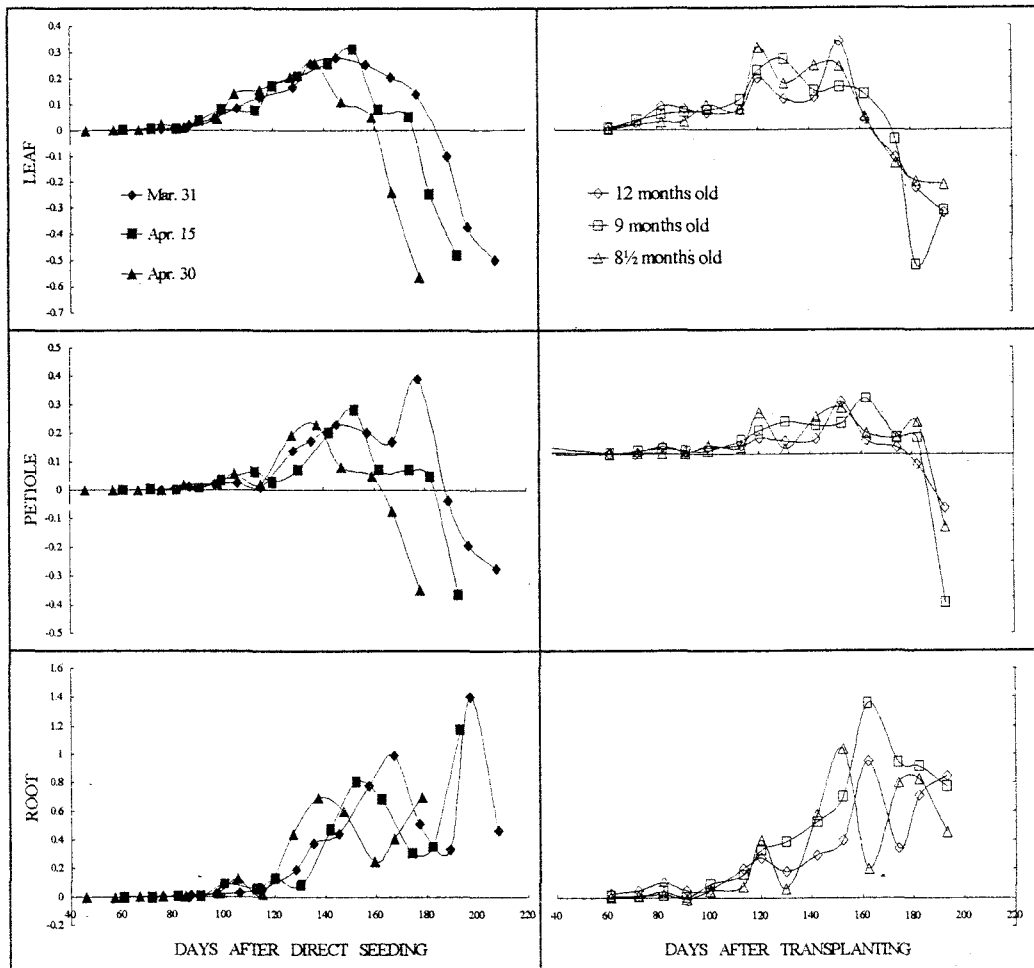


Fig. 3. Daily changes of dry weight of *Angelica gigas* Nakai affected by cultivation methods.

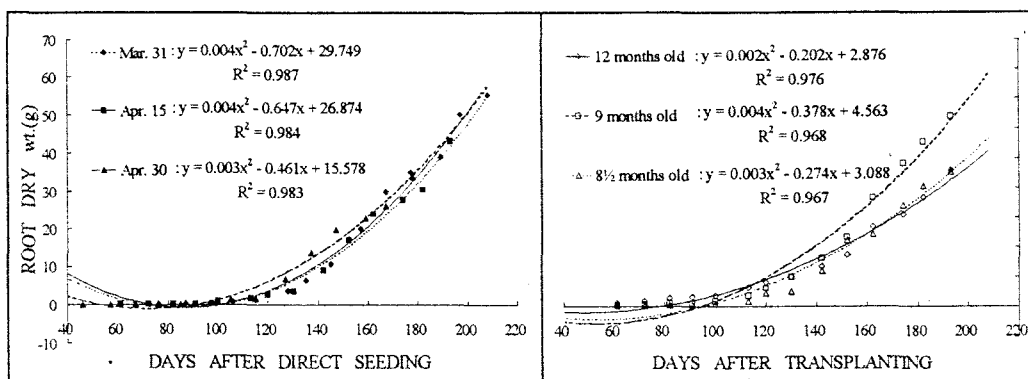


Fig. 4. Changes of root dry weight according to time in *Angelica gigas* Nakai fitted with curvilinear regressions.

점을 감안할 때 생장후기 건엽중, 건엽병중의 감소는 자연노화로 인한 하위엽의 고사가 원인인 것으로 생각된다. 지하부 건물중은 120일경부터 증가하기 시작하여 150~180일부터 급격히 증가하는 경향으로 수확시기까지 계속 증가하여 재배양식별로 3월 31일 직파와 9개월묘 이식이 가장 많았다. 이와 같은 지하부 건물중의 증가추세는 동화산물의 지하부 전이가 100~120일경부터 촉진되는 것으로 보인다.

실제 측정된 건물중은 샘플의 채취, 건조 및 측정과정 등을 통해 오차가 발생하므로 회귀식을 적용하여 생장기간 동안의 변화를 추정하였다. 그림 4와 같이 지하부 건물중은 2차 회귀식 ($y=ax^2+bx+c$)으로 추정할 경우 전 재배양식에서 결정계수 $R^2=0.967$ 이상으로 높았으나 신장생장기 동안의 변화를 잘 나타내지 못하는 단점을 나타내어 파종 및 이식 120일 이후의 비대생장기에 적합한 모형이었다.

그림 5에서는 분배율 즉, 전체 건물중에 대한 각 기관의 건물중의 비를 나타낸 것으로 직파재배와 이식재배의 변화양상이 상이함을 알 수 있다. 직파재배의 엽비율은 생장초기에 최대이며 생장이 진전될수록 감소하는 반면 지하부 비율은 생장초기부터 수확기까지 증가하였다. 이식재배에서는 엽비율이 생장초기와 후기보다 중기에 높았고 지하부 비율은 엽의 경우와 반대 양상을 보였다. 전 생장기간동안 각 기관의 평균비는 직파재배의 지상부 57~63%로 지하부보다 더 많은 비중을 차지하는 반면 이식재배는 지하부가 45~56%로 약간 많은 경향이었으며 재배양식별로는 생장기간이 짧을수록 지상부의 비율이 지하부보다 높았다. 이 (1982)는 벼에서 만식할수록 유효경 확보를 위해 광합성 기관의 비율을 증대시키는 생장을 한다고 하였는데 참당귀가 2~3년생 숙근성 식물로 직파당년에는 지상부 생장이, 2년생 이후에는 지하부 생장이 왕성하며, 생장기간이 짧아질수록 광합성에 필요한 엽면적 확보를 위해 광합성 기관의 비율이 높아지는 생장을 하기 때문으로 생각된다.

어떤 시간동안 원래 무게에 대한 건물중의 복리적 증가현상을 의미하는 RGR의 경시적 변화는 작물의 종류, 재배환경 및 시료채취시간 간격에 따라 다른데 (Evans, 1972) 참당귀는 직파재배가 파종 후

100일경에 높은 RGR을 보인 후 점차 감소하는 반면 이식재배는 이식 후 120일 경에 높은 RGR을 보였으며 직파재배에 비해 변화가 완만하였다(그림 6). 많은 식물들이 생장초기에 높은 RGR을 나타내는 것으로 알려져 있으나 (Kim et al., 1998; Park et al., 1983) 참당귀는 발아에 소요되는 기간이 길며 이식할 경우 활착기간동안 기존의 엽이 고사하고 새로운 엽이 생성되는 기간이 소요되기 때문에 생장 중기에 높은 RGR을 보이는 것으로 생각된다.

각 기관별 평균 RGR은 3월 31일, 4월 15일 및 4월 30일 직파가 각각 엽 25.8, 35.2, 37.7 mg/g/day, 엽병 39.8, 41.7, 43.4 mg/g/day, 지하부 47.4, 52.9, 62.1 mg/g/day로 파종시기가 늦어질수록 높은 경향이었으며 12, 9 및 8½개월묘 이식은 각각 엽 17.5, 21.8, 29.5 mg/g/day, 엽병 20.4, 23.5, 38.2 mg/g/day, 지하부 26.5, 36.4, 41.1 mg/g/day로 직파재배에 비해 낮았는데 육묘기간이 짧은 묘를 이식할수록 RGR이 높았다. 파종, 이식 후 약 170일 (10월 초순)부터는 지상부 기관들의 RGR은 (-)의 값을 나타내어 실질적인 지상부 생장기간은 약 170일로 추정된다.

NAR은 단위엽면적 및 단위시간의 건물중 증가, 즉 광합성에 의한 물질생산속도에서 호흡작용에 의한 물질소비속도를 뺀 것으로 단위 엽면적당 광합성 능력을 나타낸 것이다. 재배양식에 따른 일정한 경향은 없었으며 평균 NAR은 3월 31일, 4월 15일 및 4월 30일 직파가 4.32, 4.45, 5.12 g/m²/day이었고 12, 9 및 8½개월묘 이식은 3.82, 4.06, 4.30 g/m²/day를 나타내어 RGR과 마찬가지로 직파재배가 이식재배보다 높았으며 재배양식별로 생장일수가 짧아질수록 높았다(그림 7).

CGR는 일정기간에 단위면적당 작물군락의 총건물 생산능력으로 직파재배에서는 파종 후 약 150일 (9월 15일경), 이식재배에서는 이식 후 약 160일 (9월 25일경)에 각각 9.5~11.2, 7.1~14.5 g/m²/day의 범위에서 극대기가 나타났으며(그림 8) 이는 수도 30~40 g/m²/day, 목초류 15~50 g/m²/day (Park et al., 1983)에 비해 낮은 값이었다. 건물중의 증가가 가장 왕성하였던 3월 31일 직파와 9개월묘 이식이 각각 평균 4.36과 4.08 g/m²/day로 가장 빨랐다.

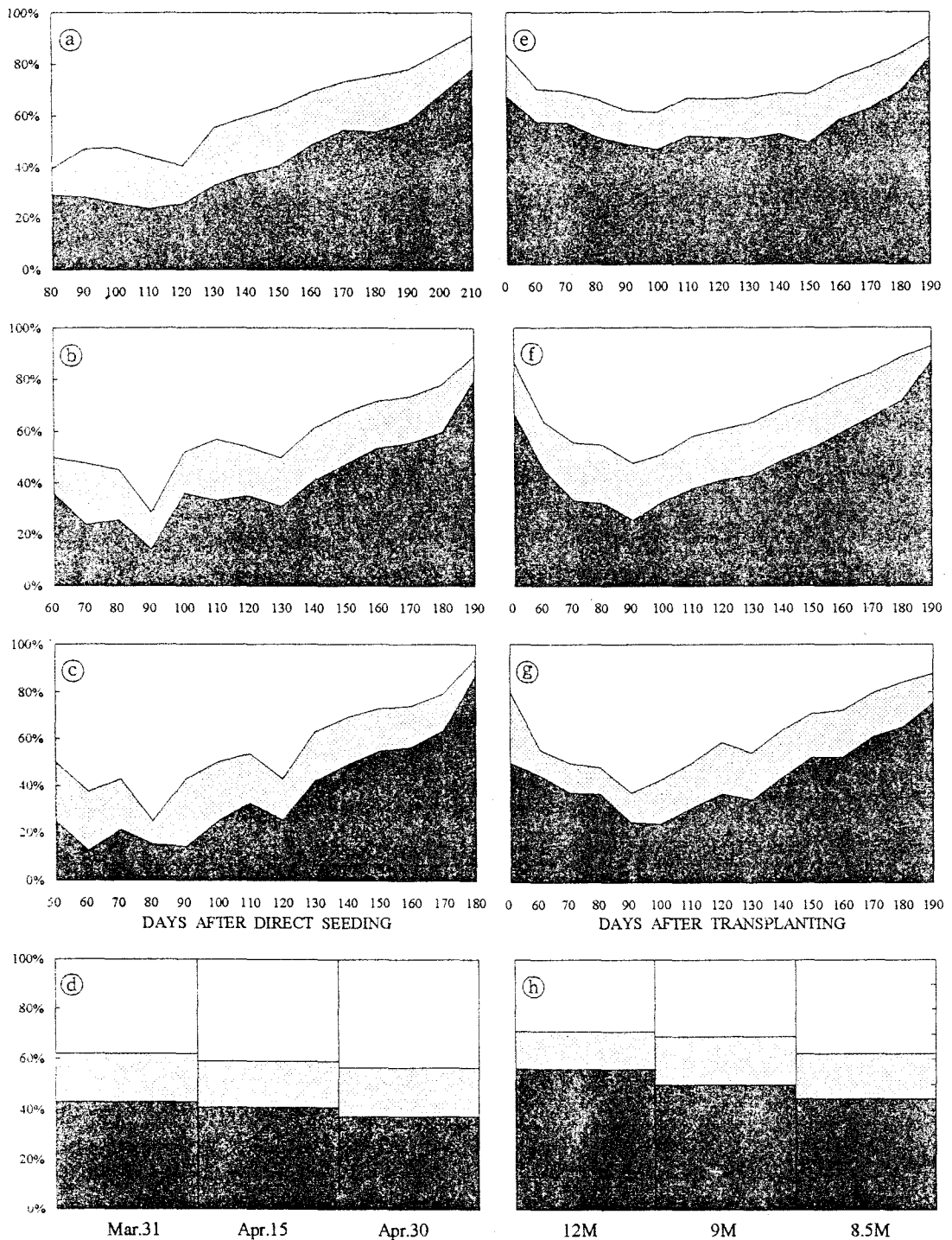


Fig. 5. Seasonal trends of distribution ratio in *Angelica gigas* Nakai
 [Upper part : leaf, Middle part : petiole, Lower part : root, (a), (b), (c) : Direct seeding on Mar. 31, Apr. 15 and 30, (e), (f), (g) : Transplanting on Apr. 15 with 12, 9 and 8½ months old seedling), (d) & (h) : yearly average].

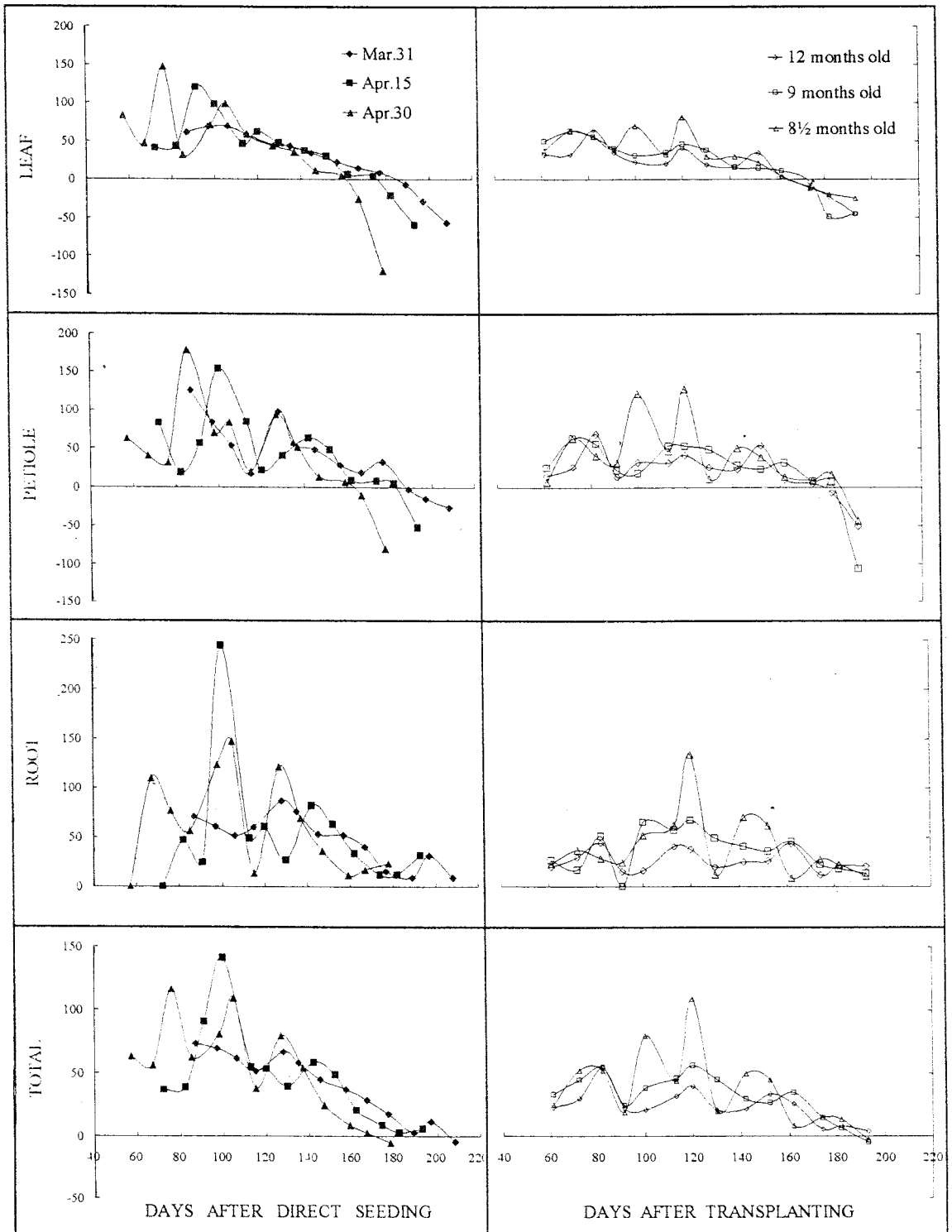


Fig. 6. Changes of each organ's RGR of *Angelica gigas* Nakai affected by cultivation methods.

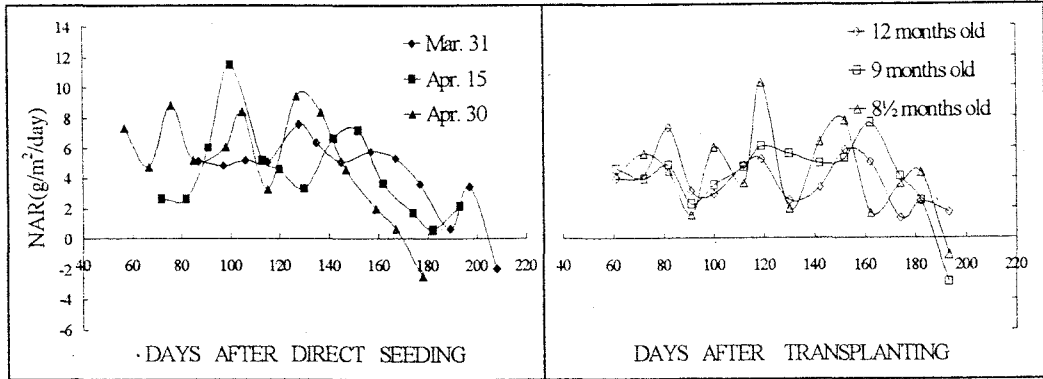


Fig. 7. Changes of NAR of *Angelica gigas* Nakai affected by cultivation methods.

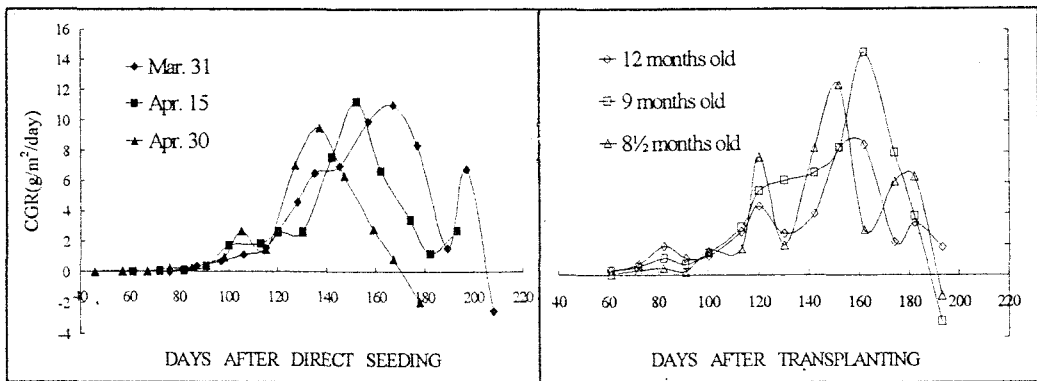


Fig. 8. Changes of CGR of *Angelica gigas* Nakai affected by cultivation methods.

CGR과 LAI간에 불룩한 2차 곡선이 존재하며 그 최대치를 최적 엽면적으로 간주할 수 있는데 (Watson, 1952) 참당귀의 CGR과 LAI간에도 2차 다항식이 유의하게 존재하였으며 엽면적지수 1.97일 때 작물생장속도가 6.74 g/m²/day로 가장 빨랐다 (그림 9).

그림 10과 11은 평균기온과 RGR, NAR 및 조사 시기별 일일 순생산량의 관계를 나타낸 것으로 RGR과 NAR은 실험기간중 평균기온이 증가할수록 증가하여 23℃경에 가장 높았고 건엽중 및 건엽병 중은 각각 23, 20℃에서 순생산량이 가장 많았으며 건근중은 평균기온과 부의 관계를 보였다. Ahn et al. (1994b)은 온도에 따른 참당귀의 생육을 조사한 결과 20℃일 때 생육이 가장 양호하였으며

25℃일 때는 저조하였다고 보고한 것과 비슷한 경

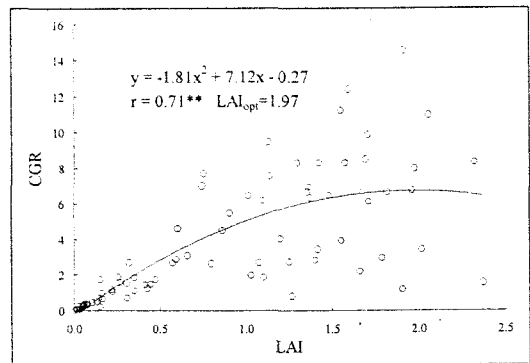


Fig. 9. Relationship between CGR and LAI in *Angelica gigas* Nakai.

향으로 참당귀의 생장이 가장 왕성한 평균기온은 20~23℃인 것으로 추정된다.

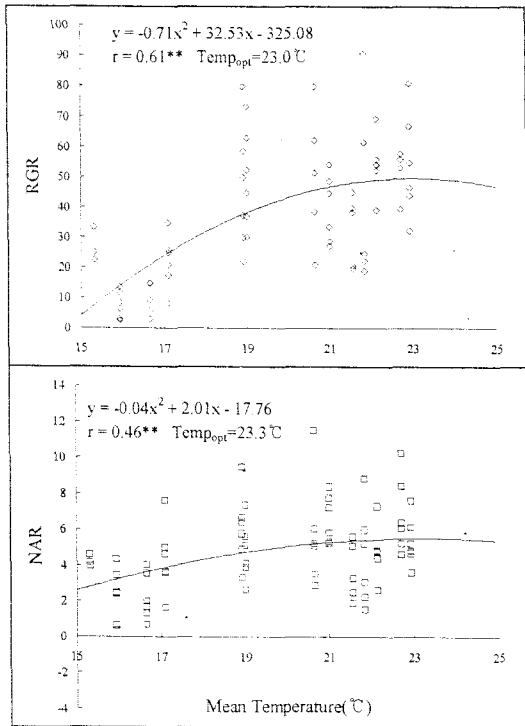


Fig. 10. Relationships among mean temperature, RGR and NAR in *Angelica gigas* Nakai.

적 요

참당귀의 주산지인 경북북부지역에서 재배양식에 따른 참당귀의 성장해석을 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

주요형질의 변화는 재배양식에 관계없이 유사한 경향을 나타내었고 직파재배에서 파종시기가 빨라질수록 지상하부 형질은 크거나 많았으며, 이식재배에서는 지상부 형질은 관행 12개월묘보다 9개월이 하묘 이식이 크거나 많은 반면 지하부 형질은 생장초기에는 묘령에 따른 차이가 있었으나 생장이 진전될수록 이러한 차이를 확인할 수 없었다.

각 기관별 건물중은 파종 및 이식 후 120일부터 증가하기 시작하였으며 직파재배의 경우 지상부

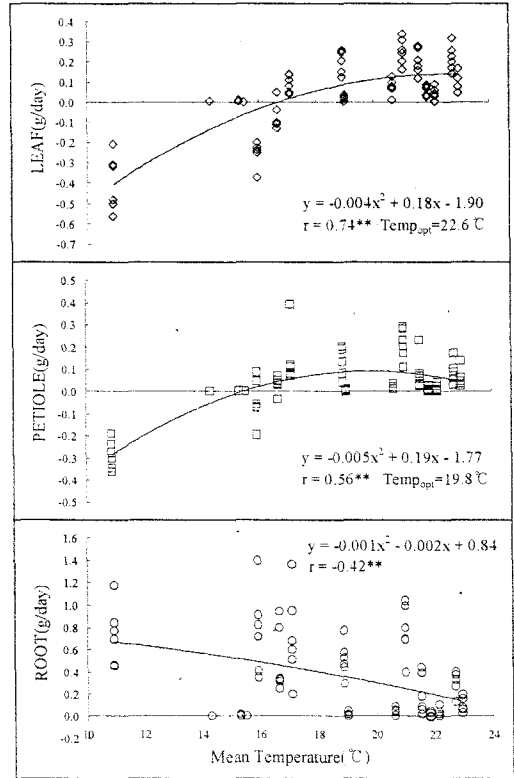


Fig. 11. Relationships among mean temperature and daily changes of each organ's net production in *Angelica gigas* Nakai.

생장이 지하부에 비해 왕성한 반면 이식재배는 지하부 생장이 상대적으로 왕성하였다. 생장기간이 단축될수록 광합성기관의 분배율이 증가하였고 RGR, NAR 등 일차생산성은 증가하였으나 생장일수의 제한 및 단위면적당 일차생산성을 나타내는 CGR이 9개월묘 이식과 3월 31일 직파가 가장 빨라 균락상태에서의 일차생산성은 이들 재배양식이 높은 것으로 나타났다.

참당귀의 CGR과 LAI간에는 2차 다항식이 유의하게 존재하였으며 LAI 1.97일 때 6.74 g/m²/day로 가장 빨랐다. RGR과 NAR은 23℃경에 가장 높았고 건엽중 및 건엽병중은 각각 23, 20℃에서 순생산량이 가장 많았으며 건근중은 부의 관계를 보였다.

LITERATURE CITED

- Ahn, S. D., C. Y. Yu, and D. H. Cho. 1994a. Influence of seedling weight on agronomic characters and their relation with bolting in *Angelica gigas* Nakai. Korean J. Crop Sci. 39(5) : 426-430.
- _____, C. Y. Yu, and J. S. Seo. 1994b. Effect of Temperature and Daylength on Growth and Bolting of *Angelica gigas* Nakai. Korean J. Medicinal Crop Sci. 2(1) : 20-25.
- Blackman, V. H. 1919. The compound interest law and plant growth. Ann. Bot., 33 : 353-360.
- Clifford Evans G. 1972. The quantitative analysis of plant growth. University of California press.
- Hahn, S. J. and T. Taikichi. 1986. Studies on the Chinese Chives and a Wild Type of *Allium* Species in Korea. I. Karyotype, Growth Pattern and Main Components. J. Kor. Soc. Hort. Sci 27 : 1-10.
- Kim, J. C., J. H. Kim, J. G. Ryu, S. D. Park, and S. M. Oh. 1998. The Growth Analysis of *Paeonia lactiflora* PALL. RDA. J. Indus. Crop Sci. 40(2) : 30-35.
- Lee, K. Y., Y. Son, B. T. Jun, and K. U. Kim. 1994. Studies on Rice Cultivar Characters in Cropping System. 1. Dry Matter Production of Rice Cultivars in Late Cultivation. RDA. J. Agri. 36(2) : 26-31.
- Lee, S. T., H. S. Yu, C. G. Park, and K. B. Yeon. 1993. Effects of Crown Diameter and Nitrogen Topdressing on Growth and Yield of *Angelica gigas* Nakai. Korean J. Medicinal Crop Sci. 1(2) : 97-103.
- Oh, J. Y, K. Hoshino, M. Nonaka, and M. Oda. 1986. Study on the Forecast of Harvesting Time and Analysis of the Ecological Response according to Accumulated Temperature in Lettuce. Res. Rept. RDA(Hort.). 28(1) : 11-20.
- Park, H. S., H. S. Park, and S. J. Chung. 1983. Growth Analysis to the Selected Korean Radishes. Rural Development Review. 18(1) : 9-14.
- Roderick H. 1982. Plant growth curves. The Functional approach to plant growth analysis. Thomson Litho Ltd. East Kilbride, Scotland.
- Watson, D. J. 1952. The physiological basis of Variation in yield. Adv. Agron. 4 : 101-144.
- 농림부. 1998. '97 특용작물생산실적.
- 농촌진흥청. 1989. 약용작물 시험연구조사기준. pp. 23-26.
- _____. 1994. 약초재배. pp. 177-182.
- _____. 1997. 작물재배생리의 이론과 실험. pp. 742-745.
- 이승필. 1982. 신육성품종의 재배방법에 따른 물질 생산과 생장해석에 관한 연구. 경북농촌진흥원 1981년도 시험연구보고서 pp. 135-167.
- 정태현. 1956. 한국식물도감(하). 신지사. p. 454.