〔韓作誌(Korean J. Crop Sci.) 41(5) : 586~591(1996)〕

송어養殖場 排出冷水 이용 재배시 고추냉이의 生育 및 收量

이성우* · 김옥기** · 용해중** · 이우형** · 유재국**

Growth and Yield of Wasabi Cultivated in Cold Water Drained from Trout Nursery

Sung Woo Lee*, Ok Ki Kim**, Hae Jung Yong,**
Woo Hyong Lee** and Jae Kuk Yu**

ABSTRACT : We investigated rhizome yield and growth characteristics of wasabi variety, Daioichigo and Daruma cultured by flowing water from Trout nersery in Pyong Chang. Average temp. of air and water during a year was 14.3, 12.3℃, respectively in PE film house. Wasabi growth was good and healthy in May and October. Rhizome weight of main stem in Daioichigo was 78.78g per plant and 608kg per 10a, while those of the Daruma was 37.1g per plant and 287kg per 10a. Rate of marketable rhizome was 90% in Daioichigo and 37.5% in Daruma.

Rhizome weight of main stem in Daioichigo was increased, up to 21% of the control by the remove of floral axis with two times a year.

Key words : Wasabi, Rhizome, Trout nursery, Floral axis.

고추냉이(*Wasabia japonica* Matsum.)의 재배유형은 크게 물재배와 밭재배로 나눌 수 있다.[6] 물재배는 地下水나 河川水(계곡물)가 풍부한 지역에서 모래와 자갈 등으로 作土를 조성한 후 작토층에 물을 흘려대면서 1.5~2년간 재배하여 根莖重이 40g 이상 되는 生食用 근경 생산을 목적으로 하며, 밭재배는 지하수가 부족하여 물재배를 할 수 없는 산간 고냉지에서 밭상태로 1년 정도 短期栽培하여, 주로 가공용 고추냉이를 생산한다[3]. 물에서 재배된 고추냉이는 근경이 크고 품질이 우수하여 일본에서도 가격이 높게 형성되어 있기 때문에 우량품 생산을 위해서는 물재배 방법이 절실히 요구되는데[2] 한국은 일본에 비해 降水量이 1/2 수준밖에 안되며 강우가 6~8월에 집중되어 그외 계절에는 계곡을 흐르는 물이 매우 적어져 水量의 진폭이 심하기 때문에 산간계곡에서 찬물을 이용하여 고추냉이를 재배할만한 곳은 많지 않은 실정이다. 그런데 평창지역은 산림이 울창하고 지하수가 풍부하여 지하수를 이용한 松魚 養殖場이 평창군 관내에만 30여개소가 있어 송어를 양식하고 배출되는 물만도 상당하다. 따라서 부존자원의 효율적 이용 측면에서 송어 양식후 배출되는 물을 이용한 고추냉이 재배 가능성을 검토하고자 본 시험을 수행하게 되었다.

재료 및 방법

본 시험은 해발 200m의 강원도 평창군 평창읍 상리 松魚養殖場에서 송어양식후 배출되는 물을

* 작물시험장(Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea)
** 강원도 평창군 농촌지도소(Pyong Chang County, RGO, Pyong Chang 232-800, Korea)
〈'96. 7. 23 接受〉

이용하여 1995년 5월에서 1996년 5월까지 13개월 동안 수행하였다. 공시재료는 대왕1호와 달마종으로 대왕1호는 일본 나가노현(長野縣) 대왕농장에서 1994년 10월 상순에 파종하여 육묘하던 것을 1995년 4월 29일에 도입하였고 달마종은 일본 靜岡縣에서 종자를 도입한 후 국내에서 육묘한 달마종(실생묘)으로 1994년 10월 상순에 파종하여 1995년 5월 2일에 채묘하였으며 공시 묘의 특성은 표 1과 같다.

作土造成은 平地式[3]으로, 지하 50cm 정도 굴착한 다음 비닐을 깔고 모래와 자갈을 각각 7:3의 비율로 혼합하여 굴착된 부위에 채워넣어 作土層을 만든 후 두둑을 높이 10cm, 너비 40cm, 골사이 30cm로 남북방향으로 길게 만들고 골사이로 물이 흘러가게 한 다음 두둑 양옆에 주간거리 30cm로 묘를 심었는데, 너무 깊게 심어 苗의 生長點 附近(根莖의 頭部)이 흙속에 묻히거나 물속에 잠기지 않도록 주의했으며[5,6], 栽植距離는 40×30cm 간격으로 3.3m²당 32株를 95년 5월 4일에 定植했다. 하우스시설로서는 폭 10m, 높이 5m의 연동하우스를 동서방향으로 짓고 그 안에 차광막과 부직포를 설치하여 직사광선과 온도를 조절하였는데, 봄, 가을에는 50% 차광, 여름에는 70% 차광, 겨울에는 무차광으로 했으며[3] 여름철에는 온도 조절을 목적으로 하향식 스프링클러를 설치하여 실내 기온이 25℃이상일 때는 스프링클러가 자동으로 작동되게 하였다. 施肥는 별도로 하지 않고 송어양식후 배출되는 물속에 녹아 있는 양분만으로 재배하였는데 그 조성은 표 2와 같다.

하우스내의 氣溫은 자동온도기록계를 설치하여 측정하였고 水溫은 매월 10, 20, 30일 3회 측정한 후 평균치로 하였다. 水質分析 方法으로 질산태 질소, 황산, 염소이온 등은 이온크로마토그래피로, 인산염이온은 Vanadate법으로, K, Ca, Mg은 원자흡광광도계로 분석하였으며 溶存酸素는 환경오염공정시험법에 따라 측정했다[7].

꽃대(화경) 제거가 根莖肥大에 미치는 영향을 보기 위하여 대왕 1호를 공시하고 96년 2월 29일과 3월 30일에 2회 꽃대를 제거하여 무처리와 비교했다. 기타 재배관리로 매월 1회 골 사이에 끼어있는 이끼와 슬러지 등을 물로 씻어내렸다. 시험구배치는 순위배열 3반복으로 하고 수확을 1996년 5월 20일에 하여 생육특성 및 수량을 평가하였다.

Table 1. Characteristics of wasabi seedling cultured for 6 months

Variety	Plant height (cm)	No. of leaves	No. of tillers	Root weight (g)	Seedling weight (g)	Pulling date of seedling
Daioichigo	28.4	6.6	0.3	2.8	10.8	April 28
Daruma	30.0	7.5	0.7	3.0	14.6	May 2

* Sowing date : Oct. 20. 1994.

Table 2. Mineral content and dissolved oxgen in water flowed trout raising and wasabi culture

Water cond.	PH	EC	NO-N	PO_4-P	K	Ca	Mg	SO_4^-	Cl^-	Dissolved oxgen(ppm)	
			..... ppm							May	Aug.
BN	7.8	0.19	1.99	0.032	1.11	12.09	2.02	18.32	5.32	11.3	9.8
AN	7.9	0.39	4.21	0.057	2.54	19.32	0.88	41.38	11.07	9.5	6.7
AC	7.7	0.19	2.05	0.048	1.15	11.98	2.08	186.01	5.33	8.1	5.0

* Measurement date of water mineral content: May 20. 1996.
* BN : Water before trout raised
* AN : Water after trout raised
* AC : Water after wasabi cultured

결과 및 고찰

1. 월별 하우스내 氣温, 水温의 변화 및 고추냉이의 生育

고추냉이는 서늘한 기후를 좋아하여 여름철에 최고기온이 28℃를 넘지 않아야 하는데, 28℃ 이상에서는 軟腐病 발생이 심하다[6]. 겨울철에는 −3℃에서 凍害를 받기 쉽고 −5℃이하에서는 凍結枯死하게 된다고 한다[1]. 따라서 그림 1에서와 같이 평창지방의 露地에서는 여름철 최고기온이 28℃를 넘고 겨울철에는 −12.7℃까지 내려가기 때문에 노지에서 시설없이 재배는 불가능하다. 그런데 차광, 스프링클러 등의 시설을 했을때 7~8월 고온기에는 최고기온을 외기온보다 평균 2.9℃정도 낮출 수 있어 실내최고기온을 28℃ 이하로 유지할 수 있었으며, 겨울철(12~2월)에는 부직포의 피복과 9℃의 물이 작토층을 흘러간 덕분에 최저 기온이 평균 7.2℃ 상승하여 생육에 유리하게 작용하였다. 시설내 年間 平均 最高 氣溫은 20.9℃로 8월(27.6℃)에 가장 높았으며 최저기온은 7.8℃로 2월(−0.7℃)에 가장 낮았고 연평균 기온은 14.3℃ 였는데 年間最適氣溫인 달은 5월과 10월이었다. 수온은 연평균 12.2℃로 연간 최적인 달은 역시 5월과 9~10월이었으며 8월에 최고 16.5℃, 2월에 최저 9.0℃를 나타내 생육범위인 8~18℃(최적수온: 11~13℃)[1,6]안에 속해 수온 자체만으로는 生育制限要因이 되지 않았으나 7~8월의 고온기에는 수온이 상승하고 물속에 들어

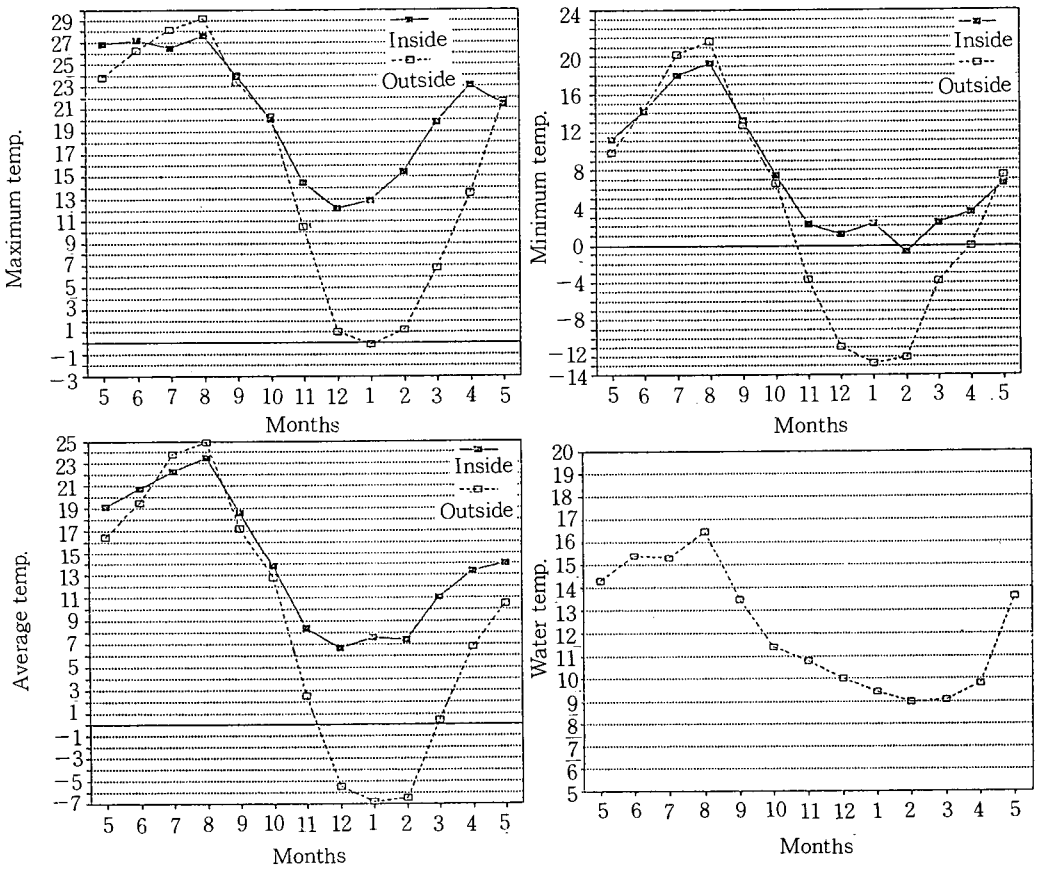

Fig. 1. Changes of air and water temperature in PE film house during the culture period of wasabi.

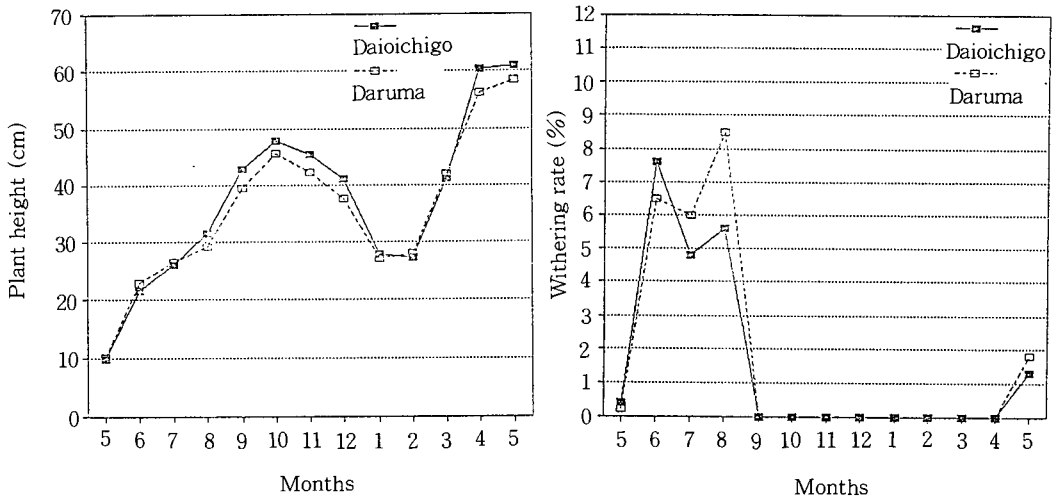

Fig. 2. Monthly changes of plant height and withering rate of wasabi for one year culture.

있는 부유물(송어 사료 및 배설물)이 썩어 표 2와 같이 溶存酸素量이 6.7ppm으로 감소하여 산소 부족현상[1]이 발생했다. 따라서 地下水位를 낮추는 高畦栽培나 육묘기간이 긴 큰 묘를 9월경에 정식한 후 翌年 5월에서 6월 사이에 수확하는 재배작형 개발이 요망된다.

월별 초장의 변화를 보면 대왕 1호와 달마종 모두 그림 2에서와 같이 정식 후부터 서서히 증가하다가 10월경에 최고를 이루고 기온이 내려감에 따라 감소하여 2월경에 최저를 보였으며, 봄철에 기온이 올라감에 따라 3월경부터 다시 급격히 증가하는 경향을 보였다. 枯死率은 그림 2와 같이 정식후부터 6월 사이에 활착불량으로 고사율이 급격히 증가하였으며 7월경에는 약간 감소하는 추세를 보이다가 8월경에 다시 증가하였다. 9월경부터는 기온과 수온의 하강으로 고사되는 개체가 하나도 없다가 다음해 5월부터 枯死率이 서서히 증가되는 경향을 보였다.

2. 松魚養殖과 고추냉이 栽培後의 水質의 변화

松魚 養殖前의 原水와 養殖後의 水質 그리고 고추냉이 재배후의 수질을 비교해 보았을 때 표 2와 같이 대체로 송어 양식 전의 물보다 양식 후 물의 無機이온 濃度는 Mg을 제외하고 모두 증가했다. 5월경의 수온은 양식 후가 양식 전보다 0.5℃ 더 증가되었으나 고추냉이 재배후(栽培床 길이 25 m, 流速 25cm/sec)의 수온변화는 거의 없었으며 溶存酸素量은 송어양식후에는 9.5ppm으로 고추냉이 재배에 문제는 없으나 고추냉이 재배 후(재배상 길이 25m) 배출되는 물의 용존산소량은 8.1ppm 으로 감소되어 그 물을 다시 고추냉이 재배에 이용하기는 어려울 것으로 사료되며 실제로 예비시험결과 불량한 생육을 보였다. 그리고 8월의 수온을 보면 養殖後가 原水보다 1.5℃ 더 증가했으며 이때의 용존산소량은 6.7ppm으로 감소되어 酸素가 부족한 상태이므로[1] 뿌리가 물속에 직접 잠기지 않도록 하는 재배법이 강구되어야 할 것이다.

3. 고추냉이 생육 및 根莖重의 分布 比率

導入種인 대왕 1호와 달마종을 공시하여 생육특성 및 수량성을 비교하였을 때 표 3과 같이 대왕 1호는 달마종보다 草長은 큰 반면 葉數, 蘗子數, 生體重 등은 작았으나 개체당 主莖의 根莖重이 78.7g으로 달마종 37.1g에 비해 훨씬 무거웠고 商品率(근경중이 40g 이상인 개체의 비율)도 90.0%로 달마종 37.5%에 비해 월등히 높았다. 그 원인으로 대왕 1호는 얼자의 발생이 적고 主莖의 근경비대가 양호하여 全根莖重에서 主根莖重이 차지하는 비율이 64.0%로 높은 반면 달마종은 얼자의 발생이 많고 주경의 근경비대가 불량하여 전근경중에서 主根莖重이 차지하는 비율이 32.1%로

Table 3. Growth characteristics and rhizome yield of wasabi variety, Daioichigo and Daruma cultured for one year after seedling planting

Variety	Plant height (cm)	No. of leaves	No. of tillers	Fresh top weight (g)	Rhizome of main stem		
					Length (cm)	Diameter (cm)	Weight (g)
Daioichigo	63.4*	28.9	2.8*	488.8	10.9	2.7**	78.7**
Daruma	57.4	37.8	6.0	679.2	8.6	1.9	37.1

Variety	Rhizome of tillers		Rate of marketable rhizome(%)	Yield of rhizome(kg/10a)	
	Weight (g)	Total weight(g)		Main stem	Tiller
Daioichigo	15.8	44.3	90.0**	608**	342
Daruma	13.1	78.4	37.5	287	606

* Marketable rhizome : rhizome weight 40g or more.
*, ** Means significant at 5 and 1% level in T-test, respectively.

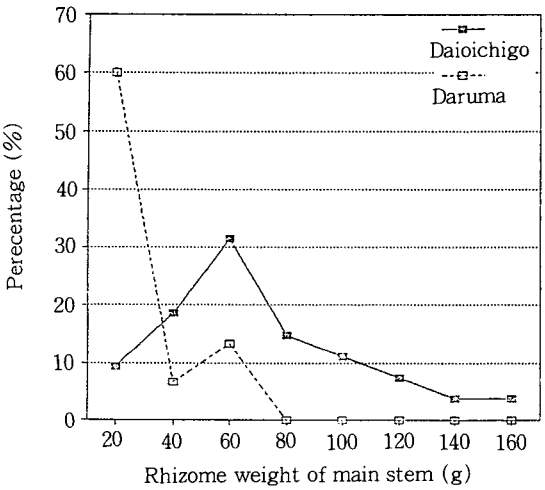

Fig. 3. Distribution of individual rhizome grouped by rhizome weight on main stem of wasabi vaiety, Daioichigo and Daruma.

낮았기 때문이다. 10a당 主根莖 收量도 대왕 1호 608kg, 달마종 287kg으로 대왕 1호의 수량성이 월등히 높았다. 主根莖重의 분포비율을 보면 그림 3과 같이 대왕 1호는 평균 60g인 개체가 가장 많았으며 100g 이상인 개체도 상당수가 있었으나 달마종은 평균 20~40g인 개체가 많았고 80g 이상인 개체는 하나도 없었다.

4. 꽃대 제거에 따른 根莖肥大 程度

고추냉이는 보통 여름철 고온기때 花芽가 分化되어[1] 이듬해 이른 봄부터 抽臺하여 개화하게 된다. 표 4에서처럼 대개 12월부터 서서히 抽薹하기 시작하다가 2월경에 가장 많이 추대되며 4월까지 지속되는데 일본 長野縣에서는 꽃대 제거로 근경수량이 15~50% 증수되었다는 연구 결과가 있어[3] 대왕 1호를 공시하여 2월 하순과 3월 하순에 2회에 걸쳐 꽃대를 제거한 결과 표 5와 같이 지상부와 지하부 생육을 촉진시켜 主莖의 根莖重이 21%, 蘖子의 全根莖重이 44% 增加되었다.

Table 4. Numbers and weight of floral axis per plant developed during Dec.~Apr. in wasabi variety, Daioichigo

	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Total
No.of floral axis per plant	0.2	4.3	5.4	1.2	0.2	11.1
Weight of floral axis per plant(g)	–	–	30.0	9.3	–	39.3

* Floral axis was removed on Feb. 29. and Mar. 30 for two time.

Table 5. Effect of floral axis removing on rhizome yield and growth in wasabi variety, Daioichigo

Treatment	Plant height (cm)	No. of leaves	Fresh top weight (g)	Rhizome of main stem		
				Length (cm)	Diameter (cm)	Weight (g)
Control	63.4	28.9	488.8	10.9	2.7	78.7
Treatment	75.2*	37.5	779.3*	11.2	2.9	95.2*

Treatment	Root weight (g)	Rhizome weight of tiller(g)	Total rhizome weight of tillers	Total rhizome weight(g)
Control	11.5	15.8	44.3	123.0
Treatment	22.3	13.6	63.8	159.0*

* Means significant at 5% level in T-test, respectively.

적 요

松魚場 排出水를 이용한 고추냉이 재배 가능성을 확인하기 위해 강원도 평창군 평창읍 상리 松魚養殖場에서 '95년 5월부터 '96년 5월까지 13개월동안 대왕 1호와 달마종의 6개월묘를 공시하여 재배환경, 생육특성 및 수량성과 꽃대 제거에 따른 근경비대 정도 등을 시험한 결과는 다음과 같다.

1. 재배기간중 하우스내 연평균 기온은 14.3℃로 8월에 최고기온 27.5℃를 나타냈고 2월에 최저기온 −0.7℃를 나타냈으며 연평균 수온은 12.2℃로 8월에 최고수온 16.5℃, 2월에 최저수온 9.0℃를 나타냈는데 기온과 수온이 고추냉이 생육에 가장 적합한 계절은 5월과 10월이었으며 이때 가장 왕성한 생육을 보였다.
2. 松魚養殖後 水中에는 Mg을 제외한 무기성분 함량이 증가한 반면 溶存酸素量은 감소되었는데 8월에는 용존산소량이 6.7ppm으로 급격히 저하되어 고추냉이 생육에 필요한 용존산소의 부족을 초래했다.
3. 대왕 1호와 달마종의 개체당 主根莖重은 각각 평균 78.7g, 37.1g으로 대왕 1호는 主根莖의 肥大가 양호해 商品率이 90.0%로 매우 높은 반면 달마종은 蘖子의 발생이 심해 상품성 있는 40g 이상의 근경 비율이 37.5%로 매우 낮았으며 대왕 1호와 달마종의 10a 당 主莖의 根莖收量은 각각 608, 287kg였다.
4. 대왕 1호는 개체당 11.1개의 꽃대가 발생하였으며 2회 꽃대 제거시 主莖의 根莖重이 21% 增加되었다.

引用文獻

1. 足立昭三. 1988. ワサビの形態と生理. 農業および園藝. 63(5):62-68.
2. 李盛佑, 姜哲煥, 李正日, 許翰淳, 李奉鎬, 崔仁植. 1995. 고추냉이 재배조건에 따른 생육과 근경수량. 농업과학논문집 37(1):110-116.
3. 農產漁村文化協會. 1987. ワサビ. 農業技術大係(特產野菜). pp.663-692.
4. 농촌진흥청. 1995. 밭와사비 근경비대 기술개발. 내고장 새기술 개발 사업보고서. pp.19-23.
5. 橫本國臣. 上野良一. 1984. ワサビ(山間地の有利な副業). 農山魚村文化協會. pp.115-116.
6. 垂井昌明. 1958. わさびの有利な栽培. 農業及び園藝. 33(3):68-72.
7. 편집부편. 1991. 환경오염 공정시험법(수질분야). 대학서림. pp.77-80.
8. 농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법. 농업기술연구소. pp.73-77.