

---

# 高リグナン含有新品種「ごまぞう」の育成

---

安本-白戸知子・勝田眞澄

作物研究所畑作物研究部資源作物育種研究室



# 高リグナン含有新品種「ごまぞう」の育成

安本-白戸知子・勝田眞澄

作物研究所畑作物研究部資源作物育種研究室

## 緒 論

食品としてのゴマに関する食品化学や生化学的な分野における研究は近年急速に進展し、種子に含まれるリグナン類、中でもセサミンおよびセサモリンについて数多くの機能が報告されている (Hirose *et al.*1991、Akimoto *et al.*1993、Hirata *et al.*1996)。このような状況の下、ゴマは栄養特性に優れた植物油脂であるとともに機能性の高い食品の一つとして広く認識されるようになり、高品質なゴマに対する国産志向の高まりも相まってゴマ栽培が見直されている。しかし、国産ゴマの価格は輸入ゴマの10倍以上となるため、日本国内のゴマ栽培は自家用が中心になっており、農家あたりの平均栽培面積は10アールに満たない(農林水産省特産振興課 2003)。その結果、年間約15万トンものゴマ消費量のうち99%以上が価格の安い海外からの輸入品で賄われている。

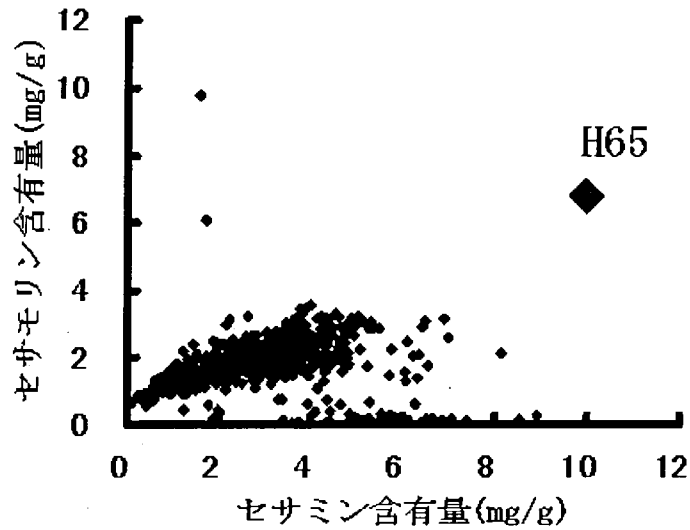
そこで我々は、機能性成分であるリグナン類の含有量を高めた品種を育成し、ゴマをより高い付加価値を有する作物として差別化することで、新たな用途の開発にも貢献すると考えた。

### 1. セサミンおよびセサモリン高含有系統のスクリーニング

農林水産ジーンバンクに保存されている遺伝資源や資源作物育種研究室で導入した系統650点の種子についてセサミンおよびセサモリンの迅速分析法 (Shirato-Yasumoto *et al.*2003.) を用いてこれらの含有量を評価した。その結果、セサミンとセサモリン含有量の変異の幅はセサミンが0.1mg/gから10.0mg/gで平均が3.1 mg/g、セサモリンは0.1mg/gから9.8mg/gで平均は1.9mg/gだった。南中国原産の熱帯型系統「H65」はセサミンおよびセサモリンの含有量がそれぞれ10.0mg/g、6.8mg/gと共に高いことを見出した (第1図)。

### 2. 「ごまぞう」の育成経過

スクリーニングで見出した「H65」は極小粒で極晩生、蒴果の着生密度も疎で収量が著しく低かった。そこで、この系統を種子が大粒で高収性の「TOYAMA016」に交配し、セサミンおよびセサモリン含有量が多く、収量性に優れた品種の育成を図った。1994年度にF<sub>2</sub>集団よりセサミンおよびセサモリン含有量の高い個体を選抜し、以後系統育種法で選抜



第1図. 遺伝資源におけるセサミンおよびセサモリン含有量の変異.

し、固定を行った。2000年に「関東12号」の地方系統番号付与し、地域適応性試験に供試した。茨城県以南の数箇所での地域適応性試験により、セサミンおよびセサモリン含有量が安定して高く、収量性は対照品種と同等以上であることを確認し、2002年7月にごま農林1号「ごまぞう」として命名登録した（第1表、第2表）。

Table 1. The characters of “GOMAZOU” 1)

Line	Flowering Date (day)	Harvesting Date(day)	Plant Height (cm)	Height of the first capsule grown (cm)	Number of branches per plant (plants)	Yield (kg/a)	1000 seed weight (g)	Sesamin (mg/g)	Sesamol (mg/g)
ごまぞう	7.21	9.13	165	62	3.7	12.3 (11.5) <sup>4)</sup>	2.4	9.0 (231)	4.1 (162)
真瀬金	7.19	9.1	159	47	0.3	10.5 (100)	2.4	3.9 (100)	2.6 (100)
比)TOYAMA 016 <sup>2)</sup>	7.20	9.7	177	61	3.0	8.5 (83)	2.5	5.6 (146)	3 (11)
比)H65 <sup>3)</sup>	8.27	10.10	175	131	8.5	0.3 (3)	0.9	9.5 (249)	4.4 (160)

1) Average of yield test in Tsukuba by 1999~2001.

2) A high-yield-line introduced from Toyama University and originating in Peru. The seed is large and pure white.

3) A high-lignan-content line originating in South China.

4) Value of relative ratio to “Masekin” is given in parentheses.

第2表. 「ごまぞう」の地域適応性

試験場所	供試系統	開化期 (月日)	収穫期 (月日)	子実重(kg/a) または(g/株)	セサミン 有量含 (mg/g)	セサミン 有量含 (mg/g)
茨城県 つくは市	ごまぞう (対照: 真瀬金)	7.18 (7.15)	9.18 (8.30)	154 (124)	8.2 (3.9)	4.0 (2.8)
静岡県	ごまぞう (対照: 真瀬金)	7.25 (7.26)	9.11 (9.11)	217 (100)	9.1 (4.3)	3.8 (2.8)
三重県	ごまぞう (対照: 金ゴマ)	7.2 (7.2)	8.20 (8.24)	3.5 g/ 株 (2.0g/ 株)	10.9 (3.3)	4.3 (2.3)
福岡県	ごまぞう (対照: 加賀白)	7.15 (7.15)	8.13 (8.20)	10g/ 株 (7g/ 株)	8.0 (3.3)	3.9 (2.0)
高知県	ごまぞう (対照: 真瀬金)	7.13 (7.10)	8.19 (8.11)	192 (140)	9.2 (3.5)	3.4 (2.2)
鹿児島県 大隅支場	ごまぞう (対照: 界在来在来)	8.18 (8.16)	10.6. (10.4)	122 (128)	9.3 (2.4)	4.1 (3.2)
鹿児島県 喜支場	ごまぞう (対照: 喜界在来)	7.25 (7.20)	8.31 (8.21)	95 (95)	10.4 (4.0)	3.4 (2.9)

注) 対照は各地域の在来種または真瀬金と

### 3. 「ごまぞう」の特性

「ごまぞう」の生態的特性および収穫物品質特性を第1表に示した。

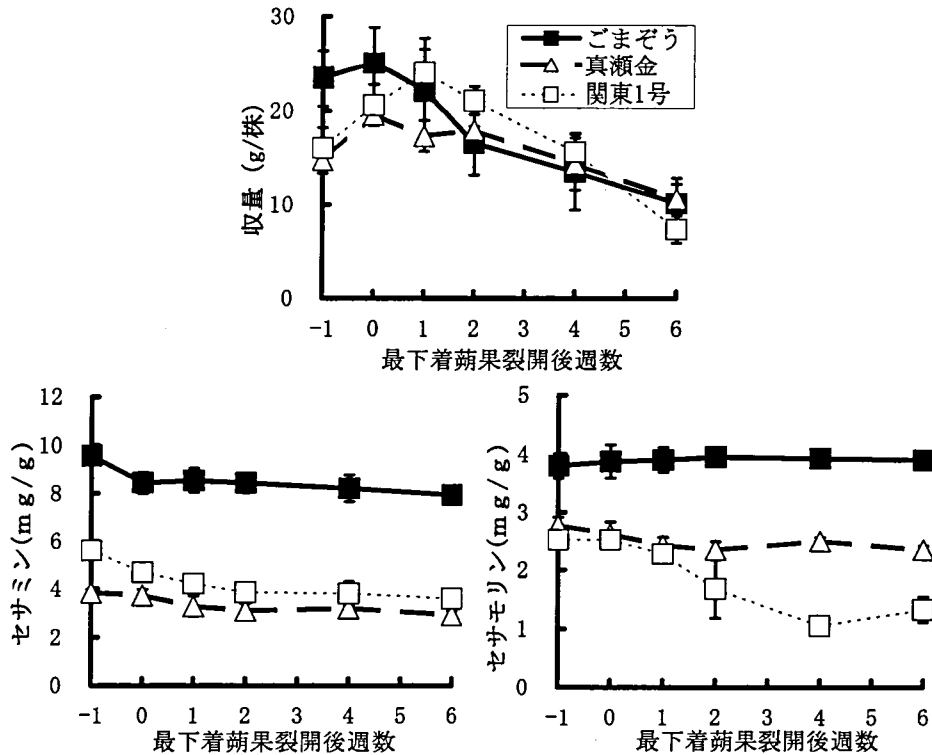
開花期は「真瀬金」とほぼ同時期だが、無限伸育性の傾向が強いため成熟期は「真瀬金」よりやや遅く、また成熟期に葉が黄化、脱葉し難い特性があるため、収穫適期を逃さないよう留意する必要がある。

子実収量は年次間での変動があるが、「真瀬金」よりやや多い。種皮色は“褐色”で粒大は「真瀬金」と同程度だが、「真瀬金」に比べて種皮色に濃淡のむらがあり均一性は劣る。種子重あたりのセサミン含有量は「真瀬金」の2.3倍、セサモリン含有量は1.6倍で共に高含有量である。

一方、ゴマ種子中のセサミンおよびセサモリンの含有量については種子の登熟ステージや環境要因によっても変動することが報告されている (Tashiro *et al.* 1991、佐藤ら 1999)。また、現在のゴマの栽培体系ではその収穫時期はコメ等の主要作物の収穫時期と重なっており、このような状況の下では適期に刈り取りが行われなかった収穫物が生産されることが予測される。そこで、収穫時期による成分含有量の安定性を評価した。その結果、収穫が遅れると蒴果の成熟が進み裂開が進行するのに伴い収量は減少したが、「ごまぞう」のセサミンやセサモリン含有量は刈取り時期が遅れても在来種の「真瀬金」より安定して高かった (第2図)。

### 4. 「ごまぞう」の動物実験による機能性評価

セサミンについてはその標品を用いた実験により生体内で濃度依存的に脂肪酸代謝酵素



第2図. 収穫時期による収量、セサミンおよびセサモリン含有量の変動.

活性の向上や血清中のコレステロール濃度の低下作用があることが報告されている (Lakshmikutty mma A. *et al.* 1999.). そこで、育成品種「ごまぞう」とセサミンおよびセサモリン含有量はその約半分である「真瀬金」を添加した飼料でラットを飼育し、「ごまぞう」を実際に摂食した場合に示される生体内での機能性を評価するための動物実験を行った。実験開始前に市販飼料で1週間予備飼育したラットを7-8頭ずつの集団に分けた。「ごまぞう」と「真瀬金」を20%添加した飼料と対照としてセサミンおよびセサモリンを含まないコーン油を20%添加した飼料を作成した。各試験区の飼料は供試するゴマ種子の粗脂肪と粗蛋白を測定し、飼料間で同等となるよう脂肪についてはゴマと脂肪酸組成の近いコーン油で調整し、蛋白はカゼインで調整した。16日間の飼育後、ゴマを混入した群のラットでは肝組織における脂肪酸代謝酵素の活性は上昇し (第3表)、脂肪酸合成酵素活性は低下していた (第4表)。さらに、セサミンとセサモリン含有量が多い品種である「ごまぞう」を添加した群では「真瀬金」に比べて脂肪酸代謝酵素の活性が有意に高くなっており (第3表)、血清中の中性脂肪のレベルも「ごまぞう」を飼料に混入した群で有意に低下していた (第5表)。

これらの結果から「ごまぞう」は、リグナン含有量の低い「真瀬金」に比べて肝臓における脂肪酸代謝を促進する効果が高く、血清中の中性脂肪も低下することが明らかになった。このようにセサミンおよびセサモリン含有量が高まったことで生体内における機能性

第3表. 肝臓における脂肪酸代謝酵素活性に及ぼす「ごまぞう」の影響<sup>1),2)</sup>.

食飼グループ	酵素活性(μmol/min/100g 体重めたり 肝組織)			
	Acyl-CoA oxidase	Carnitine Palmitoyltransferase	3-hydroxyacyl-CoA	3-ketoacyl-CoA
ごまぞう	7.3±0.5a	14.7±1.4a	1729±96a	538±23a
真瀬金	2.2±0.2b	9.1±0.8b	981±38b	329±28b
対照	1.4±0.1b	4.1±0.6c	293±25c	195±13c

1) 値は7頭から8頭の平均値±SEを示す。P<0.05.

2) ラットは「ごまぞう」と「真瀬金」をそれぞれ20%添加した飼料と対照としてセサミン、セサモリンを含まないコーン油を20%添加した飼料で16日間飼育した。16日の飼育後、酵素活性を測定した。

第4表. 肝臓における脂肪酸合成酵素活性に及ぼす「ごまぞう」の影響<sup>1),2)</sup>.

Group	Enzymes				
	Fatty acid synthetase	Glucose-6-P dehydrogenase	Malic enzyme	ATP-citrate lyase	Pyruvate kinase
Comazou	3.4±0.5a	11.5±0.7a	78.7±8.5b	11.5±0.7a	100±10a
Misekin	3.5±0.8a	8.6±1.0a	34.7±5.0a	8.6±1.0a	118±6a
Control	11.7±1.6b	36.3±5.5b	51.4±5.3a	36.3±5.5b	268±17b

1) 値は7頭から8頭の平均値±SEを示す。P<0.05.

2) ラットは「ごまぞう」と「真瀬金」をそれぞれ20%添加した飼料と対照としてセサミン、セサモリンを含まないコーン油を20%添加した飼料で16日間飼育した。16日の飼育後、酵素活性を測定した。

第5表. 血清および肝組織中の脂肪レベルに及ぼす「ごまぞう」の影響<sup>1),2)</sup>.

食飼グループ	脂質成分		
	中性脂肪	コレステロール	リン脂質
ごまぞう 20% 添加	177±11a	254± 8a	272±16b
真瀬金 20% 添加	294±37b	246±15a	223±14a
対照(コーン油添加)	339±46b	300±11b	250±10ab
<<肝脂肪 (μmol/ 体重 100g めたりの肝組織)>>			
ごまぞう 20% 添加	153±18	34.7±1.6	247± 9b
真瀬金 20% 添加	151± 8	30.7±0.8	177± 5a
対照(コーン油添加)	178±42	34.3±2.0	162± 4a

1) 値は7頭から8頭の平均値±SEを示す。P<0.05.

2) ラットは「ごまぞう」と「真瀬金」をそれぞれ20%添加した飼料と対照としてセサミン、セサモリンを含まないコーン油を20%添加した飼料で16日間飼育した。16日の飼育後、酵素活性を測定した。

が向上したことを実証できた (Shirato-Yasumoto *et al.* 2003)。

## 5. 「ごまぞう」による国産ゴマ栽培への展望

ゴマは大規模栽培が難しくその栽培は自家用が中心で、国産ゴマの流通は非常に小規模だった。最近では地域の特産品として直売所やインターネット販売で消費者へ直接販売される事例もあり、このように小口の販売ルートが確立されつつある中で地域のゴマ栽培が見直され、新規作物として導入したいという要望も年々増加している。

本研究で育成された新品種「ごまぞう」は、種苗登録を行ったことにより権利保護が可能となった品種であり、機能性の高い国産ゴマとして新たな需要を喚起することが期待される。

## 引用文献

- Akimoto, K., Y. Kitagawa, T. Akamatsu, N. Hirose, M. Sugano, S. Shimizu and H. Yamada (1993) Protective effect of sesamin against liver damage caused by alcohol or carbon tetrachloride in rodents. *Ann, Nutr, Metab.* 37: 218-224.
- Hirose, N., T. Inoue, K. Nishihara, M. Sugano, K. Akimoto, S. Shimizu, and H. Yamada (1991) Inhibition of cholesterol absorption and synthesis in rats by sesamin. *J. Lipids Res.* 32: 629-638.
- Hirata, F., K. Fujita, Y. Ishikura, K. Hosoda, T. Ishikawa and H. Nakamura (1996) Hypocholesterolemic effect of sesame lignan in humans. *Atherosclerosis.* 122: 135-136.
- Lakshmikuttyamma A., I. Rouyer, Y. Takahashi, T. Ide, N. Fukuda, T. Aoyama, 農林水産省生産局特産振興課(2003) 工芸作物の作付面積及び生産量. 農林水産省特殊農産物生産実績.
- 佐藤新之助, 福田靖子, 大沢俊彦, 田代亨 (1999) ゴマ種子の生育に伴うリグナン類の動態について. *SesameNewsletter* 13: 6-7.
- Shirato-Yasumoto, S. M. Katsuta, Y. Okuyama, Y. Takahashi, and T. Ide (2001) Effect of sesame seeds rich in sesamin and sesamolin on fatty acid oxidation in rat liver. *J. of Agricultural and Food Chemistry.* 49(5): 2647-2651.
- Shirato-Yasumoto, S., M. Komeichi, Y. Okuyama, A. Horigane (2003) A simplified HPLC quantification of sesamin and sesamolin in sesame seed. *SABRAO J. of Breeding and Genetics* 35(1): 27-34.
- Tashiro T., Y. Fukuda, and T. Osawa (1991) Oil contents of seeds and minor components in the oil of sesame, *Sesamun indicum* L., as affected by capsule position. *Japanese J. of Crop Science* 60(1): 116-121.
- 安本知子・勝田眞澄・杉浦誠・奥山善直・本田裕・古明地通孝 (2003) 高リグナン含有ごま新品種「ごまぞう」の育成. 作物研究所報告 445-58.



# 고 리그난함유 신품종 「고마조우」의 육성

야스모토-시라토 사토코(安本-白戸知子) ·

가쓰다 마사미(勝田眞澄)

作物研究所 畑作物研究部 資源作物育種研究室

## 서 론

식품으로서의 참깨에 관한 식품화학이나 생화학적인 분야에서의 연구는 근년 급속히 진전하여 종자에 함유되는 리그난류, 그중에서도 세사민 및 세사몰린에 대한 많은 가능성이 보고되고 있다(Hirose *et al.* 1991, Akimoto *et al.* 1993). 이와 같은 상황 아래, 참깨는 영양특성이 뛰어난 식물유지인 동시에 가능성이 높은 식품의 하나로서 널리 인식되게 되어, 고품질 참깨에 대한 국산지향의 제고와 함께 참깨 재배가 재검토되고 있다. 그러나 국산 참깨의 가격은 수입참깨의 10 배 이상이 되기 때문에 일본 국내의 참깨 재배는 자가용이 중심이 되고 있으며, 농가당 평균 재배면적은 10a 에 못미친다(농림수산성 특산진흥과 2003). 그 결과 약 15만톤이나 되는 참깨 소비량중 99% 이상이 가격이 싼 해외로부터의 수입품으로 충당되고 있다.

그래서 저자들은 기능성 성분인 리그난류의 함유량을 높인 품종을 육성하여 참깨를 보다 부가가치가 높은 작물로 차별화시킴으로써 새로운 용도의 개발에도 공헌한다고 생각했다.

### 1. 세사민 및 세사몰린 고 함유 계통의 스크리닝

농림수산 유전자 은행에 보존되고 있는 유전자원과 자원작물 육종연구실에서 도입한 계통 650 점의 종자에 대하여, 세사민 및 세사몰린의 신속분석법(Shirato-Yasumoto *et al.* 2003)을 사용하여 이들의 함유량을 평가하였다. 그 결과 세사민과 세사몰린 함유량의 변이폭은 세사민이 0.1mg/g에서 10.0mg/g 으로 평균이 3.1mg/g, 세사몰린은 0.1mg/g에서 9.8mg/g 으로 평균이 1.9mg/g 였다. 남중국 원산의 열대형계통 「H65」는 세사민 및 세사몰린의 함유량이 각각 10.0mg/g, 6.8mg/g으로 모두 높다는 것을 발견했다(Fig. 1).

### 2. 「GOMAZOU」의 육성경과

스크리닝으로 발견한 「H65」는 극소립으로 극만생, 삭과의 착생밀도도 드문드문하여 수량이 대단히 낮았다. 그래서 이 계통을 종자가 대립이고 수량성이 높은 「TOYAMA016」과 교배하여 세사민 및 세사몰린 함유량이 많고 수량성도 우수한 품종의 육성을 시도하였다. 1994년도에 F<sub>2</sub> 집단으로부터 세사민 및 세사몰린 함유량이 높은 개체를 선발하여, 이후 계통육종법으로 선발하여 고정을 하였다. 이바라기켄(茨城縣) 이남의 몇 곳에서의 지역 대응성 시험에 의하여 세사민 및 세

사몰린 함유량이 안정적으로 높고 수량성은 대조품종과 동등 이상인 것을 확인하여 2002년 7월에 참깨 농립 1호 「GOMAZOU」로 명명 등록하였다(Table 1, Table 2).

### 3. 「GOMAZOU」의 특성

「GOMAZOU」의 생태적 특성 및 수확물 품질특성을 Table 1에 나타냈다. 개화기는 「MASEKIN(眞瀨金)」과 거의 같은 시기지만 무한신육성(無限伸育性)의 경향이 강하기 때문에 성숙기는 「MASEKIN」보다 조금 늦고, 또 성숙기에 잎이 황화(黃化), 탈엽(脫葉)되기 어려운 특성이 있기 때문에 수확적기를 놓치지 않도록 유의할 필요가 있다.

자실 수량은 연차간에 변동이 있으나 「MASEKIN」보다 조금 많다. 종피색은 갈색이며 낱알 크기는 「MASEKIN」과 같은 정도지만 「MASEKIN」과 비교하여 종피색에 농담의 얼룩이 있어 균일성이 떨어진다. 종자 무게당 세사민 함유량은 「MASEKIN」의 2.3배, 세사몰린 함유량은 1.6배로서 모두 높은 함유량이다.

한편 참깨 종자 중의 세사민 및 세사몰린의 함유량에 대해서는 종자의 등숙단계나 환경요인에 의해서도 변동되는 것이 보고되고 있다(Tashiro *et al.* 1991, 佐藤 등 1999). 또 현재의 참깨 재배체계에서는 그 수확시기가 쌀 등 주요 작물의 수확시기와 겹쳐 있어, 이런 상황하에서는 적기에 예취작업이 이루어지지 못한 수확물이 생산될 것이 예측된다. 그래서 수확시기에 따른 성분 함유량의 안정성을 평가하였다. 그 결과, 수확이 늦어지면 삭과의 성숙이 진행되어 개일이 진행됨에 따라 수량은 감소하였으나, 「GOMAZOU」의 세사민과 세사몰린 함유량은 예취시기가 늦더라도 재래종의 「MASEKIN」보다는 안정되고 높았다(Fig. 2).

### 4. 「고마조오」의 동물실험에 의한 기능성 평가

세사민에 대해서는 그 표본품을 사용한 실험으로 생체 내에서 농도의존적으로 지방산 대사효소의 활성의 향상과 혈청 중의 콜레스테롤 농도의 저하작용이 있는 것이 보고되고 있다(Lakshmikuttyamma A. *et al.* 1999). 그래서 육성품종 「GOMAZOU」와 세사민 및 세사몰린 함유량이 그것의 약 절반인 「MASEKIN」을 첨가한 사료로서 랫트를 사육하여, 「GOMAZOU」를 실제로 먹었을 경우에 나타나는 생체 내의 기능성을 평가하기 위한 실험을 하였다. 실험 개시 전에 시판 사료로서 1주일간 예비사육한 랫트를 7~8 마리씩의 집단으로 나누었다. 「GOMAZOU」와 「MASEKIN」을 20% 첨가한 사료와 대조로서 세사민 및 세사몰린을 함유하지 않는 옥수수유를 20% 첨가한 사료를 만들었다. 각 시험구의 사료는 공시(供試)한 참깨 종자의 조지방과 조단백을 측정하여 사료간에 서로 동등하게 되도록, 지방에 있어서는 참깨와 지방산 조성이 근사한 옥수수유로서 조정하였고, 단백질은 카제인으로 조정하였다. 16일간의 사육후, 참깨를 섞은 균의 랫트에서는 간 조직에서의 지방산 대사효소의 활성이 상승하고(Table 3), 지방산 합성효소의 활성은 저하되었다(Table 4). 더욱이 세사민과 세사몰린 함유량이 높은 품종인 「GOMAZOU」를 첨가한 군에서는 「MASEKIN」과 비교하여 지방산 대사효소의 활성이 유의적으로 높아졌고(Table 3), 혈청

중의 중성지방 수준도 「GOMAZOU」를 사료에 섞은 군에서 유의적으로 떨어져 있었다(Table 5).

이들의 결과에서 「GOMAZOU」는 리그난 함유량이 낮은 「MASEKIN」과 비교하여 간장에서 지방산 대사를 촉진하는 효과가 높고, 혈청 중의 중성지방도 저하되는 것이 밝혀졌다. 이와 같이 세사민 및 세사몰린 함유량이 높아지므로 생체 내에서의 기능성이 향상된 것이 실증되었다 (Shirato-Yasumoto *et al.* 2003).

#### 5. 「GOMAZOU」에 의한 국산 참깨 재배의 전망

참깨는 대규모재배가 어렵고 그 재배는 자가용이 중심이어서 국산 참깨의 유통은 대단히 소규모였다. 최근은 지역 특산품으로서 직매소나 인터넷판매로 소비자에 직접 판매되는 사례도 있어, 이와 같이 소량의 판매루트가 확립되고 있는 중에 지역의 참깨 재배가 재검토되어 신규작물로서 도입하겠다는 요망도 매년 증가되고 있다.

본 연구로 육성된 신 품종 「GOMAZOU」는 종묘등록을 하였으므로 권리보호가 가능해진 품종이며, 기능성이 높은 국산 참깨로서 새로운 수요를 불러 일으킬 것이 기대된다.

#### ♣ 경력기 약력 ♣

1991 : 도호쿠(東北)大學 大學院 農學研究科 博士課程 前期(農學 專攻) 修了

1991 : 農林水産省 野菜・茶葉試驗場을 거쳐 農林水産省 農業研究센터 勤務

2000 : 獨立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 作物研究所 勤務

主要 論文 : 高 리그난 含有 “고마조우”의 育成에 관한 研究 의 7 편