

アヘンの収量および収量構成要素に及ぼす肥料の影響

熊谷健夫[#], 畠山好雄^{*1}, 吉松嘉代^{*2}, 下村講一郎^{*3}Influence of Fertilizers on Yield and Yield Components of
Opium from *Papaver somniferum* LINN.Takeo Kumagai[#], Yoshio Hatakeyama^{*1}, Kayo Yoshimatsu^{*2}, Koichiro Shimomura^{*3}

The effect of fertilizer on the yield and yield components of opium from *Papaver somniferum* L. cv. Ikkanshu were investigated from 1993 to 1995. The weight of opium per one capsule was tendency to increase in the order of peat moss>pulverized charcoal>compound fertilizer, but the differences among the results were not significant. Furthermore, no difference in the capsule weight per 100 m² and the yields of opium and alkaloids per 100 m² were detected. The significant difference was only observed when the data were compared among the weights and yields of different years.

The difference among the yield of opium was mainly due to the weight of opium per one capsule. The weight of opium per one capsule showed a high correlation with capsule husk weight.

The alkaloids contents in opium obtained with a different fertilizer application showed no difference. Morphine content at the first lancing was about 11%, and the value decreased with the order of lancing. On the contrary, the codeine and the thebaine content did not change during lancing and the value were 6 ~ 7 % and 3 %, respectively. The papaverine and the noscapine content decreased in the order of lancing.

Key Words: *Papaver somniferum* L. opium yield, opium alkaloid, fertilizer, yield component

目 的

我が国における戦後のケシ栽培は1960年の作付面積200 ha(ヘクタール), 耕作者数1,330人をピークとし¹⁾, 1963年以後減少が甚だしく, 1993年は各47 a(アール), 22人にすぎない²⁾. このように栽培が激減したのはその労働集約性と低収性が原因であろう. しかし, ケシから採れるアヘンは必要不可欠な医薬品であり, その供給を確保する必要がある.

暖地の秋播き栽培と異なり, 寒冷地におけるケシ栽培の最大の特長は春播き栽培にあり, 生育過程や栽培技術が異なる. そこで, 北海道におけるアヘン多収穫技術の確立を目的に1993年~1995年の3年間, 同一圃場に同一肥料または土壌改良剤を連用し, その施用効果を検討

し, アヘン収量および収量構成要素に及ぼす影響について検討した.

実験材料および方法

材料: 各試験年とも北海道試験場産の種子を用いた. 本種子は, 前年のアヘン採取株より一貫種(*Papaver somniferum* L. cv. Ikkashu)の特性を備え, 病害がなく, アヘン分泌能が高い株を選定し, その株から採種したものである.

方法: 播種は1993年5月6日, 1994年5月2日, 1995年4月30日に行い, 毎年, 種子500 g/10 aを条播した. 栽植距離は条間60 cm, 株間20 cmとし, アヘン採取は宵切朝掻き法により, 1993年は8月2~5日に2回, 1994年は7月21~28日に3回, 1995年は7月20~26日に3回行った. 施肥はTable 1に示す通りで, 各肥料とも全量基肥で全層に施用し, 試験圃は毎年8月に株を抜き取り, 跡地は翌年の試験まで休耕した. 試験計画は乱塊法, 1区(プロット)30 m², 1処理区は5反復とし, 毎年, 各プロットとも同一肥料を同量施用するよう設計した. アヘンアルカロイドの分析は既報の方法によった³⁾.

*1 1-1-17 Higashimachi, Nanporo-cho, Sorachi-gun, Hokkaido, 069-0233, Japan;

*2 1 Hachimandai, Tsukuba, Ibaraki, 305-0843, Japan;

*3 Faculty of Life Science, Toyo University, 1-1-1 Izumino, Itakura-machi, Oura-gun, Gunma, 374-0193, Japan;

[#]To whom coresspondence should be addressed :Takeo Kumagai; 108 Ohashi, Nayoro, Hokkaido096-0065, Japan;

Tel: 01654-2-3605 Fax: 01654-2-3605

E-mail kumagai@nihs.go.jp

Table 1. Experimental design of fertilization application

Treatment	Fertilizer	Amount (kg / 100 m ²)
A	Peat moss* ¹ and compound fertilizer (14-4-14)* ³	10: 5
B	Pulverized charcoal* ² and compound fertilizer (14-4-14)	10: 5
C	Compound fertilizer (14-4-14)	10

*1 Organic material made from sphagnum in high moor soil.

*2 Soil conditioning material made from wood of Japanese larch.

*3 Percentage of mineral nutrition (N:P₂O₅:K₂O)=14:4:14.

結果および考察

1993～1995年の3年間にわたり行われ、(A) ピートモス(有機質資材)+化成肥料、(B) 粉末炭素(土壌改良材)+化成肥料および(C) 化成肥料の連用が、アヘンの収量および収量構成要素に及ぼす影響について検討した。

アヘンの収量構成要素は果数・有效果歩合・1果当たりアヘン重量より計算される。1993～1995年の結果についてはTable 2に示した。果数については、1993年は条間60 cm、株間20 cmの栽植密度における所定数(833果/100 m²)が得られたが、1994～1995年は欠株が認められたため、所定数の95%、1995年は90%であった。しかし、各年とも区間差はみられなかったため、処理効果の比較には支障ないものと思われた。1果当たりアヘン重量は3年間ともA>B>C区の順で、有機質肥料施用区で大きかったが、有意差は認められなかった。

3年間の中では1995年のアヘン収量が最も多く、277 mg/株は適地のそれに匹敵する量である。第1回切傷時の有效果歩合は各年、各処理とも100%に近かった。これは凶作年でも、強い生育障害処理を施しても変わらな

い普遍的現象である。そのため、密植1回切傷法を採用している国もある^{4,5)}。第2回目は年によって相違がみられ、1994年と1995年は90%と高かったが、1993年は70～80%に低下した。第3回は1995年が70%以上と著しく高く、1994年が40～47%と平年並、1993年は著しく低いのでアヘン採取を中止したが、いずれも区間差はみられなかった。3要素の相乗積であるアヘン収量は1995年が最も高く、1993年がこれに次ぎ、1994年は最低を示したが、各年とも区間差はみられなかった。一方、100 m²当たりの蒴果重、果殻重、種子重についても各年とも区間差は認められなかった(Table 3)。

北海道では100 m²当たりの目標収量を300 gにおいているが、現実には平年の収量は100 g前後である。有機質資材あるいは土壌改良材の連用試験も、土壌環境の保全と共に、目標収量達成の一環として行ったが、必ずしも効果は高くなかった。

1995年に採取したアヘン中のアルカロイド含量と100 m²当たりアルカロイド収量についてモルヒネ、コデイン、テバイン、パパペリン、ノスカピンの5成分を調べた結果をTable 4に示した。モルヒネ含量はA, B, Cの施

Table 2. Yield and yield components of opium

Year	Treatment	No. of Capsule /100 m ²	Weight of Opium mg/plant	Percentage of capsules exuding opium* ¹			Yield of Opium (g/100 m ²)			
				First* ²	Second	Third	First* ²	Second	Third	Total
1993	A	837±21	185.0±95.7* ³	99.2±1.1	67.2±14.5	-	65.1±8.9	43.7±19.0	-	108.8±27.6
	B	846±22	175.7±79.7	98.5±0.8	72.6±11.5	-	68.1±4.1	47.6±14.6	-	115.7±12.9
	C	859±24	161.5±58.5	98.8±0.6	82.6±15.9	-	63.2±7.0	52.6±18.7	-	115.9±23.8
	F-value* ⁴	0.89(N.S.)	1.10(N.S.)	0.71(N.S.)	1.44(N.S.)		0.49(N.S.)	0.68(N.S.)		0.24(N.S.)
1994	A	800±36	152.9±70.2	99.3±0.5	91.3±3.1	40.3±11.3	30.6±6.0	42.0±7.7	11.0±4.1	83.6±16.3
	B	786±29	140.8±64.6	98.6±1.4	88.5±3.7	41.2±12.9	31.1±3.1	41.5±10.1	9.8±2.2	82.4±13.3
	C	778±29	127.3±55.9	98.7±1.2	88.3±8.7	47.5±22.5	28.2±6.5	41.8±11.1	12.6±6.5	82.6±17.1
	F-value	0.94(N.S.)	2.01(N.S.)	0.92(N.S.)	0.53(N.S.)	0.41(N.S.)	1.01(N.S.)	0.01(N.S.)	0.38(N.S.)	0.01(N.S.)
1995	A	744±48	277.9±78.5	97.7±2.2	91.5±4.0	76.2±3.4	93.5±10.9	23.7±3.0	39.6±4.6	156.9±11.3
	B	778±59	257.4±84.8	98.2±0.8	90.0±2.9	74.3±4.4	95.0±13.2	23.0±4.3	39.2±10.3	157.2±14.1
	C	708±47	244.0±91.6	98.1±1.2	92.6±5.2	77.2±11.3	85.8±4.7	21.2±3.1	34.8±6.2	141.9±12.1
	F-value	2.56(N.S.)	2.01(N.S.)	0.17(N.S.)	0.19(N.S.)	0.19(N.S.)	1.89(N.S.)	0.57(N.S.)	0.86(N.S.)	2.96(N.S.)

Each value represents the mean of 5 plots ± standard deviation (except weight of opium per plant).

*1 Percentage of number of capsules exuding opium.

*2 Order of lancing.

*3 Values represent the mean of 50 plants ± standard deviation.

*4 F-value in the analysis of variance.

*5 No significant difference at the 5% level.

Table 3 . Dry weight per 100 m² of capsule, capsule husk and seeds

Year	Treatment	Dry Weight/(kg/100m ²)		
		Capsule	Capsule husk* ¹	Seeds
1993	A	6.99±1.48	4.67±1.16	2.31±0.39
	B	7.25±0.73	4.77±0.61	2.48±0.12
	C	7.32±1.35	4.96±1.11	2.36±0.32
	F-value* ²	0.21(N.S.)* ³	0.29(N.S.)	0.43(N.S.)
1994	A	4.92±0.28	3.58±0.45	1.34±0.20
	B	4.68±0.55	3.39±0.42	1.29±0.29
	C	4.77±0.67	3.59±0.54	1.18±0.34
	F-value	0.57(N.S.)	0.80(N.S.)	0.78(N.S.)
1995	A	6.32±0.30	5.02±0.26	1.30±0.07
	B	6.23±1.01	4.78±0.85	1.45±0.21
	C	6.32±0.58	5.09±0.46	1.22±0.14
	F-value	0.02(N.S.)	0.30(N.S.)	2.73(N.S.)

*¹ Capsule without seeds.*² F-value in the analysis of variance.*³ No significant difference at the 5% level.

肥とも第1回目が11.0～11.5%，2回目6.9～7.5%，3回目4.5～5.6%前後の値を示し，肥料の違いによる影響はなかった．一方，コデイン含量は1回目6%弱，2，3回目6～7%の値を得た．寒冷地のアヘンは通常，モルヒネ含量が低く，コデイン含量が高い傾向を持つが^{6,7)}，第2回目からモルヒネとコデインの含量が逆転するのは珍しい⁸⁾．また，テバインは常に3%前後と安定した値を示し，パパベリン・ノスカピンはモルヒネ同様，切傷回数が進むにつれて減少した．モルヒネ以外の成分も有

機質資材・土壌改良材の施用効果はみられなかった．

ケシ栽培では収量の年次間変動の大きいことが課題のひとつになっている．1993～1995年の100 m²当たりの蒴果重，果殻重，種子重，アヘン収量について年次間と施用区間の分散分析を行った結果をTable5・1に，1995年の第1回切傷のモルヒネ，コデイン，テバイン，パパベリン，ノスカピンの含量および100 m²当たりのモルヒネ収量，コデイン収量について分散分析を行った結果をTable5・2に示した．本試験においては，アヘン収量ばかりでなく100 m²当たりの蒴果重，各アルカロイド含量およびモルヒネ，コデイン収量も各施用区間に有意差が認められなかった．一方，アヘン収量，蒴果重，果殻重および種子重に年次間で有意差が認められた．

アヘン収量構成要素の中，果数は人為的に決定する要素であり，発芽が悪くない限り，毎年安定している．有効歩合は，切傷第1回目は100%であることが多く，2回目以後は年による変動が大きい．一方，1果当たりのアヘン重量はTable 2に示したとおり年次間変動が大きく，アヘン収量の年次間変動の主要因になっていると思われる．形態的にアヘン重量と関係が深いのは蒴果の大きさといわれる．そこで，年毎に，150個体について個体当たりのアヘン重と蒴果重，果殻重，種子重，蒴果長(1993年のみ)，蒴果径(同)との相関を調べた結果を

Table 4 . Contents (C) and Yield (Y) of opium alkaloids in 1995

Treatment	Lancing	Morphine		Codeine		Thebaine		Papaverine		Noscapine	
		C (%)	Y (g/100m ²)	C (%)	Y (g/100m ²)	C (%)	Y (g/100m ²)	C (%)	Y (g/100m ²)	C (%)	Y (g/100m ²)
A	1	10.954±0.989	10.19±0.91	5.882±0.308	5.48±0.42	2.994±0.237	2.80±0.40	1.460±0.118	1.37±0.21	4.285±0.250	4.01±0.50
	2	7.104±1.700	1.69±0.52	7.092±1.299	1.67±0.34	2.958±0.654	0.70±0.17	1.357±0.135	0.32±0.06	3.749±0.405	0.89±0.16
	3	4.474±0.795	1.78±0.46	6.051±0.562	2.39±0.32	3.338±0.467	1.31±0.14	0.896±0.029	0.35±0.04	2.821±0.193	1.12±0.12
	Total	-	13.67±1.29	-	9.55±0.56	-	4.81±0.59	-	2.05±0.23	-	6.01±0.55
B	1	11.277±1.783	10.50±2.49	5.665±0.790	5.30±1.08	2.739±0.351	2.67±0.68	1.394±0.211	1.32±0.33	4.164±0.671	3.90±0.99
	2	6.911±0.718	1.66±0.34	7.423±0.963	1.78±0.36	2.629±0.648	0.66±0.23	1.314±0.159	0.32±0.08	3.655±0.438	0.88±0.24
	3	4.672±0.591	1.85±0.76	6.132±0.373	2.43±0.65	3.006±0.544	1.20±0.22	0.882±0.057	0.35±0.08	2.700±0.168	1.04±0.22
	Total	-	14.00±2.94	-	9.51±1.46	-	4.52±0.90	-	1.99±0.39	-	5.82±1.23
C	1	11.509±1.079	9.88±1.08	5.923±0.398	5.09±0.55	2.679±0.238	2.31±0.31	1.479±0.032	1.27±0.08	4.066±0.138	3.49±0.29
	2	7.539±0.758	1.62±0.39	7.101±0.486	1.51±0.30	2.471±0.432	0.52±0.10	1.327±0.097	0.28±0.04	3.196±0.293	0.68±0.14
	3	5.565±0.418	1.95±0.45	6.884±0.469	2.41±0.53	3.075±0.370	1.07±0.23	0.997±0.061	0.35±0.06	2.607±0.212	0.91±0.20
	Total	-	13.44±1.81	-	9.01±1.29	-	3.89±0.61	-	1.90±0.17	-	5.08±0.60

Each value represents the mean of 5 plots ± standard deviation.

Table 5-1 . Variance and F-value of opium yield and dry weight of capsule, capsule husk and seeds

Factor	D.F.	Variance				F-value			
		Capsule	Capsule husk* ¹	Seeds	Opium	Capsule	Capsule husk* ¹	Seeds	Opium
Replication	4	0.532	0.240	0.095	272.77	0.630	0.414	1.312	0.808
Fertilizer	2	0.025	0.199	0.090	133.48	0.029	0.343	1.242	0.396
Year	2	21.966	9.396	5.944	18543.56	25.970**	16.240**	82.410**	54.958**
Interaction	4	0.106	0.049	0.024	213.33	0.125	0.084	0.339	0.632
Error	32	0.846	0.579	0.072	337.41				

*¹ Capsule without seeds.

** Significant difference at the 1% level.

Table 5-2 . Variance and F-value of contents of opium alkaloids and yields of morphine and codeine in 1995

Factor	D.F.	Variance					F-value				
		Contents in the First Lancing					Contents in the First Lancing				
		Morphine	Codeine	Thebaine	Papaverine	Noscapine	Morphine	Codeine	Thebaine	Papaverine	Noscapine
Fertilizer	2	0.388	0.096	0.140	0.010	0.061	0.219	0.330	1.780	0.488	0.342
Error	12	1.774	0.292	0.079	0.020	0.177					

Factor	D.F.	Variance		F-value	
		Yield		Yield	
		Morphine	Codeine	Morphine	Codeine
Fertilizer	2	0.313	0.477	0.082	0.398
Error	12	3.822	1.197		

Table 6 . Correlation coefficients among weight of opium, capsule, capsule husk and seeds and size of capsule

	Weight									Capsule				
	Opium (O)			Capsule (C)			Capsule husk (H)			Seeds (S)			Length (L)	Width (W)
	1993	1994	1995	1993	1994	1995	1993	1994	1995	1993	1994	1995	1993	1993
O	—	—	—	0.542**	0.193*	0.268**	0.651**	0.476**	0.434**	0.123	-0.043	0.020	0.393**	0.590**
C				—	—	—	0.773**	0.689**	0.664**	0.708**	0.891**	0.778**	0.615**	0.713**
H							—	—	—	0.099	0.285**	0.131	0.765**	0.887**
S										—	—	—	0.109	0.123
L													—	0.657**
W														—

Number of plant: 150.

*, ** Significant difference at the 5 % and the 1 % level, respectively.

Table 6 に示した . アヘン重は蒴果重 , 果殻重 , 蒴果長 , 蒴果径と正の有意な相関が認められ , その中で果殻重との相関が高かった . すなわち , アヘン重量を高めるには果殻重を大きくする必要があることが示唆された . 伝統的な腋芽掻きとは蒴果を大きく果肉を厚く育てて果殻重を大きくする技術であり , それと生育期間中の環境条件とがあいまってアヘン重量が決定されるものと推察された⁹⁾ .

結 論

1 . 有機質資材あるいは土壌改良剤の施用はアヘン収量に有意な影響を与えなかった . 一方 , 1 果当たりのアヘン重量は 3 年間とも Peat moss (A) > Pulverized charcoal (B) > Compound fertilizer (C) を施用した順に大きく , 有機質肥料施用区で大きかったが , 有意差は認められなかった .

2 . アヘン中アルカロイド含量については , モルヒネ含量が切傷第 1 回目 11 % , 2 回目 7 % , 3 回目 5 % と切傷回数とともに漸減した . コデイン含量は 6 ~ 7 % , テバイン含量は常に 3 % 前後と安定した含量を示し , パパベリン・ノスカピン含量はモルヒネと同様 , 切傷回数が進むにつれて減少した .

3 . 100 m² 当たりアヘン収量 , 蒴果重およびモルヒネ・

コデイン収量とも肥料の種類間に差はなく , 年次間で有意差が認められた .

4 . アヘン収量の年次間変動は主として 1 果当たりアヘン重量に起因し , アヘン重量は果殻重と相関が高いことが明らかとなった .

引 用 文 献

- 1) 小島康平, 西孝三郎, 畠山好雄, 大野忠郎, 本間尚治郎, 大野昌子, 島峯望彦, 高橋一徳 . : けしの直接抽出に関する研究報告書 (1973 ~ 1975) , 1976
- 2) 厚生省麻薬課 . : 平成 5 年度けし栽培者名簿 (1993)
- 3) Yoshimatsu, K., Shimomura K.: *Plant Cell Reports*, **11**, 132-136 (1992)
- 4) Hatakeyama, Y.: *Shoyakugaku Zasshi*, **35**, 316-325 (1981)
- 5) Kušević V.: *Buletin on Narcotics*, **12** (2), 5-13 (1960)
- 6) Ilinskaya T.N., Yosifova M.G.: *Bulletin on Narcotics*, **8** (3), 38-41 (1956)
- 7) Lee, C.K, Kim, H.K.: *Bulletin on Narcotics*, **22** (2), 41-46 (1970)
- 8) Anett H.E.: *Biochemical Journal*, **14**, 618-636 (1920)
- 9) Ohno, T, Kinoshita, K, Komine T.: *Shoyakugaku Zasshi* **31**, 44-56 (1977)