

琉球大学学術リポジトリ

飼料資源としての有用木本植物の検索とその飼料化に関する基礎的研究：第2報 アカメガシワ
(*Mallotus japonicus* Muell-Arg)
の生産に及ぼす窒素肥料の施用効果(附属熱帯農学研究施設)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 新城, 健, 星野, 正生, Shinjo, Takesi, Hoshino, Masao メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/3850

飼料資源としての有用木本植物の検索とその飼料化に関する基礎的研究

第2報 アカメガシワ (*Mallotus japonicus* Muell-Arg)
の生産に及ぼす窒素肥料の施用効果

新城 健*・星野正生*

Takesi SHINJO and Masao HOSHINO: Utilization of Toropical and Sub-Toropical Woody Plants as Feeding Resources of Animals 2. Effect of nitrogen fertilization on the production of Akamegasiwa (*Mallotus japonicus* Muell-Arg)

Summary

The purpose of the present study was to improve the animal agroforestry which enhance livestock production in the tropical and sub-tropical countries.

Akamegasiwa (*Mallotus japonicus* Muell-Arg.) is a rapid growing tree species, belongs to Euphorbiaceae, widely distributed from temperate to sub-tropical and tropical regions. In Ryukyu Islands, Akamegasiwa is common and a ready invader as secondary forest species after opening of original forest vegetations. The plant has been used as feeding stuff of animal such as goats and cattle by small scale farmers.

This paper presents the results of experiment to study the effect of nitrogen application on the dry matter yield and crude protein yield in the Akamegasiwa.

Plants were grown in pots and transplanted under field condition, grown in the same way as mulberry cultivation.

The results of this study indicate that it is clear that the application of nitrogen fertilizer showed marked increase of dry matter yield, and yield increased with increase of application.

When Akamegasiwa was grown same as mulberry trees, the regrowth after harvesting was vigorous and tolerable to frequent cuttings namely 4 times in a year.

Though percentage of nitrogen in the leaves among the plots of different nitrogen application showed comparatively little difference, nitrogen contents tended to increase with increase of application rate.

Leaves contains always 2-3 times of nitrogen than shoot. In the ratio of leaf to

*琉球大学農学部附属熱帯農学研究施設

shoot, the higher the nitrogen application, the lower the leaf ratio.

There was marked increase of leaf area per plant with increase of nitrogen application, almost proportionally. The nitrogen application increases leaf area rather than nitrogen content, hence there was shown significant increase of dry matter and crude protein yield.

緒 言

アカメガシワ (*Mallotus japonicus* Muell-Arg) はトウダイグサ科の高木で熱帯から温帯 (山形~九州) にかけて広く分布している²⁾。南西諸島では陽あたりのよい山裾、林縁およびパインアップル畑の周辺など至る所に見られるが、イタジイ、オキナワウラジロガシ、タブノキ等で構成されている森林には容易に侵入できず、山崩れや野焼きおよび伐採等、自然もしくは人為的な攪乱をうけ、旧植生が取り除かれて裸地の状態になると他の木本植物よりいち早く侵入し、群落を形成する。このことからアカメガシワはオオバギ、ウラジロエノキ、ウラジロアカメガシワなどと共にフロンティア植物とよばれることもある。

筆者らはアカメガシワを含め、家畜の飼料として慣行的に利用されてきた木本植物をアグロフォレストリーの立場から捉え、飼料資源として利用するために、主として亜熱帯地域の木本植物の検索とその飼料化に関する調査研究を行ってきた^{3,4)}。これまで調査した野生の木本植物のすべてが熱帯イネ科牧草に比べて生産性および刈り取りに対する抵抗性が極めて低く、再生力に問題があり⁵⁾、頻繁な利用は困難であることが明らかにされた。当研究施設周辺のパインアップル畑の回りに点在するアカメガシワは他所のものに比べて、葉色が濃く、葉が著しく大きいことが観察される。これは明らかにパインアップル畑の肥料の影響であると考えられ、アカメガシワが施肥に対して大きく反応する植物であることが推察された。そこで本研究においては、アカメガシワに施肥することを試みた。とくに窒素の施用を行うことにより、乾物生産、飼料の品質の向上ならびに、再生力の向上をはかり、飼料資源として利用する可能性を検討した。

材料および方法

1. 山引苗の採取

アカメガシワの苗は1989年5月18日に琉球大学農学部付属熱帯農学研究施設 (東経 $24^{\circ} 24'$, 北緯 $12^{\circ} 3^{\circ} 47'$) の用地内の農道周辺より採取した。実生と思われた苗は、隣接するアカメガシワの群落から横に伸びた根茎より生じた苗であった。この栄養体から生じた苗を母樹の根茎よりT字状に切り取り採取した。採取した約500本の苗のなかで実生苗はほんの数本であった。自然状態におけるアカメガシワの繁殖形式は栄養系と実生の両方によるものと考えられるが、本研究の苗の採取と養成に関連して、アカメガシワの群落形成には根系による栄養繁殖が大きな意義をもつという事実が観察された。栄養繁殖が容易であることは、アカメガシワの育苗、造林において実用的に大きな意味をもつものと考えられる。採取した苗はT字状に切り取ったため、根毛が少なくただちに、試験区に植え付けるのは困難であると考えられたのでポリポット (径12cm) で35日間養成した。

2. 試験区の概要

1989年6月22日にアカメガシワのできるだけ均一な苗を180本選び、琉球大学農学部付属熱帯農学研究施設の圃場に定植した。圃場は森林を切り開き造成されたもので、前作のない、砂質壤土の国頭マーヅとよばれている酸性土壌である。

試験区の面積は 24.5m^2 ($7 \times 3.5\text{m}$) で、アカメガシワの苗を窒素水準3処理 \times 3反復の9試験区に

乱塊法により配置し、試験区当たり20本（畝幅175cmの4畝、株間70cmの5株）の苗を植え付けた。1本当たりの栽植密度は1.225m²で10aに換算すると816.3本植えになる。栽植密度は沖縄県のシマグワの栽培指針の標準植え（833本/10a）を参考にした¹⁾。

調査木は周辺効果を考慮して両端を除き、試験区の中央の2畝から生育の揃ったものを各畝から2本ずつの合計4本選定した。1回目の収量調査時に桑の中刈仕立法にならい、地際から50cmの位置で伐採を行い、主幹の高さを一定にした。2回目以降は主幹から分枝したものを基部より2～3節残して刈り取り、収量調査を行った。収穫したものは葉（葉柄を含む）と枝に分け通風乾燥機80℃で48時間乾燥して乾物重を求めた。

肥料は窒素のみを施用した。窒素水準に関する処理は無肥区、標肥区および倍量区を設け3段階（0N、1N、2Nと略）の3処理とした。基肥の窒素の施用量は10a当たり0N区0kg、1N区10kg、2N区20kg、追肥は刈り取り毎に0N区0kg、1N区5kg、2N区10kg施肥した。窒素の供給源としては尿素を用いた。基肥と追肥を含めた、各処理区的全窒素施用量は10a当たり0N区0kg、1N区25kg、2N区50kgであった。収量調査は1989年10月20日、1990年3月8日、6月26日、9月26日の4回行った。

3. 窒素および粗蛋白質含有量の測定

アカメガシワの葉と枝の分析試料をそれぞれ約0.5gをケルダール法により全窒素量を測定し、係数6.25を乗じて粗蛋白質の含有量とした。

4. 葉面積の測定

葉面積は葉柄を含めて自動葉面積計（林電工KK）で測定した。

結果および考察

1. 乾物収量

アカメガシワの各窒素水準における1本当たりの乾物収量をTable 1に示した。アカメガシワ1本当たりの合計乾物収量はTable 1示されるように0N区146g、1N区445.25g、2N区889.75gの結果が得られた。これを10a当りに換算すると0N区119kg、1N区363kg、2N区726kgの収量を示した。通常、野生植物は栽培植物に比べて窒素に対する反応が低いと言われていたが、本試験の結果から判断すると、アカメガシワは窒素供給量を増加すると著しく生産性の向上を示し、窒素増施に対する反応が強く現れた。それを具体的に示すために全く窒素を供給

Table 1. Effect of various nitrogen fertilization on dry matter yield of Akamegasiwa (g/plant)

N-levels	Fraction	Yield at each cutting				Total	Mean
		1	2	3	4		
0N	Leaf	22.25	38.00	23.00	22.75	106.00	26.50
	Shoot	4.00	9.50	10.00	16.50	40.00	10.00
	Total	26.25	47.50	33.00	39.25	146.00	36.50
1N	Leaf	52.00	82.00	72.50	64.75	271.25	67.81
	Shoot	17.25	33.50	59.75	63.50	174.00	43.50
	Total	69.25	115.50	132.25	128.25	445.25	111.31
2N	Leaf	77.50	150.25	172.25	102.00	502.25	125.56
	Shoot	42.00	77.75	153.25	114.50	387.50	96.88
	Total	119.50	228.00	325.75	216.50	889.75	222.44

Analysis of variance

Source of variation	S.S.	d.f.	M.S.	F	F (0.010)
N-levels	35012.2864	2	17506.1432	196.0538	11.69
Fraction	3220.1666	1	3220.1666	36.0631	14.49
Season	6550.4583	3	2183.4861	24.4531	10.53
N-levels × Fraction	152.4739	2	76.2369	0.8537	11.69
N-levels × Season	5496.4010	6	916.0668	10.2591	9.19
Fraction × Season	2151.9166	3	717.3055	8.0332	10.53
Error	535.7552	6	89.2925		
Total	53119.4583	23			

しなかった0 N区の平均乾物収量36.5 gを1とした場合、1 N区、2 N区の割合を算出すると、10 a 当り25 kgの窒素を供給した1 N区は3.1倍、倍量の50 kgを供給した2 N区は6.1倍となり顕著な施肥の効果が認められた。

乾物収量は窒素水準の間に1 %水準で明らかな有意差が認められた。葉と枝の間、刈り取り期の間も1 %水準で有意差を示した。

2. 刈り取り回数

筆者らがこれまで進めてきたヒルギダマシの刈り取り試験やアカメガシワ、オオバギ、ウラジロエノキおよびウラジロアカメガシワを用いた年間の刈り取り回数に関する試験の結果は2回刈がいずれも最多収で、3回刈、4回刈の多回刈になると刈り取り毎に収量は激減し、年間収量は減収となった^{3,4)}。このように飼料資源としての木本植物の生産において多収を目標とする場合は、年間の刈り取り回数を多くするよりむしろ刈り取り間隔を長くして再生期間を十分確保することが効果的であった。Table 2に10 a 当りの日乾物増加量を示した。本試験のアカメガシワの刈り取りは年4回と多回刈であったが、

Table 2. Dry matter production of Akamegasiwa (g/day/10a)

N-levels	Fraction	Yield at each cutting				Mean
		1	2	3	4	
0N	Leaf	151.4	223.2	170.7	201.9	186.8
	Shoot	27.2	55.8	74.2	146.4	75.9
	Total	178.6	279.0	244.9	348.3	262.7
1N	Leaf	353.7	481.6	538.0	574.5	487.0
	Shoot	117.3	196.7	443.4	563.4	330.2
	Total	471.0	678.3	981.4	1137.9	817.2
2N	Leaf	527.2	882.4	1280.1	905.0	898.7
	Shoot	285.7	456.6	1137.3	1015.9	723.9
	Total	812.9	1339.0	2417.4	1920.9	1622.6

Souce of variation	Analysis of variance				
	S.S.	d.f.	M.S.	F	F (0.010)
N-levels	18701.8399	1	9350.9199	224.7611	11.69
Fraction	1305.0800	1	1305.0800	31.3692	14.49
Season	5141.5283	3	1713.8427	41.1943	10.53
N-levels × Fraction	43.4082	2	21.7041	0.5216	11.69
N-levels × Season	3561.8388	6	593.6398	14.2688	9.19
Fraction × Season	773.3128	3	257.7709	6.1958	10.53
Error	249.6227	6	41.6037		
Total	29776.6310	23			

Table 2に示されるように刈り取り期毎の日乾物増加量は刈り取りを重ねる毎に増加傾向を示し、安定した再生状態であった。自然状態のアカメガシワを多回刈した場合、急激に収量が減少することを示す今までの成績に比し、本報告の多回刈が増収を示したのは、1) 若い再生力の強い材料を供試したこと、2) 最初から桑の中刈仕立に準じて育成し、生長点数の多い再生に有利な状態で収穫したことによるものと考えられる。2 N区の4回刈の日乾物増加量は減少したが、これは生育途中に2度に渡る台風の来襲があり、台風の被害は最も繁茂した2 N区の収量に大きな影響を及ぼしたものと推察される。日乾物増加量は窒素水準の間、葉と枝の間、および刈り取り期の間にも1 %水準で有意差が認められた。

3. 葉量割合

飼料資源としての木本植物の枝は先端の一部を除き木質化が進み家畜にとっては、そのままでは利用

が困難であるため、可食部位である葉の生産量の多少が重要となる。Table 3 に葉量割合（葉量／総量）を示した。0 N 区～2 N 区間の葉量割合の平均は0 N 区73.11%、1 N 区62.85%、2 N 区57.70%の結果が得られた。窒素の供給を増加していくと葉量割合は供給量に応じて低下する傾向が認められ、このことから窒素増施の効果は葉よりも枝の生産増に強く影響を及ぼすことが考えられる。刈り取り期毎の葉量割合の平均は1 回刈74.90%、2 回刈72.30%、3 回刈59.16%、4 回刈51.85%となり、刈り取りを重ねる毎に葉量割合は次第に低下していった。植え付けた苗の生育が進み完全に定着すると、刈り取り期毎に主幹から充実した枝が多く発条することが観察された。今回の試験では明確なデータは得られなかったが、これが刈り取り期毎の葉量割合の低下を招いた大きな要因のひとつであると考えられる。また、アカメガシワの枝の基部の葉は生育の早い段階で脱落し、収量調査時には裾上がり状態になった。この現象からアカメガシワの葉の寿命はそれほど長くないことが推察される。これはアカメガシワの特性であると考えられ、全体的に葉量割合を低下させる方向に作用したものと考えられた。葉量割合は窒素処理の間、刈り取り期間に1%水準の有意差が認められ、窒素増施と生育経過の影響が強く現れたものと推察された。

4. 窒素含有量と葉面積の関係

アカメガシワの葉と枝の窒素含有量をTable 4 に、葉面積に及ぼす施肥窒素の影響をTable 5 に示した。Table 4 に示されるように葉の窒素含有量は枝に比べて常に2～3倍以上高く、明らかな違いが認められた。窒素含有量は葉と枝の間に1%水準で明らかな有意差を示した。

刈り取り期毎の窒素含有量は1 回刈と4 回刈が高く、2 回刈と3 回刈は低下した。季節的には9 月と10 月の秋期に若干高まる傾向が認められた。窒素含有量は刈り取り期間に1%水準で有意差が認められた。

葉の窒素含有量は0 N 区～1 N 区の間では大差はなかったが、施用量の多い2 N 区においては窒素含有量の増大がみられ、1%水準で有意差が認められた。刈り取り間隔が92～139日と長期間であったため、調査した時点では施用した窒素は葉の窒

Table 3. Leaf weight ratio of Akamegasiwa (%)

N-levels	Yield at each cutting				Mean
	1	2	3	4	
0N	84.76	80.00	69.70	57.96	73.11
1N	75.09	71.00	54.82	50.49	62.85
2N	64.85	65.90	52.95	47.11	57.70
Mean	74.90	72.30	59.16	51.85	

Analysis of variance					
Source of variation	S.S.	d.f.	M.S.	F	F (0.010)
N-levels	491.8650	2	245.9325	38.3533	11.69
Season	1072.4350	3	357.4783	55.7490	10.53
Error	38.4736	6	6.4112		
Total	1602.7738	11			

Table 4. Ratio of nitrogen content on leaf and shoot of Akamegasiwa

Cutting frequency and dates	Fraction	Percentage of nitrogen per D.M.			Mean
		0N	1N	2N	
1 (20 Oct. 1989)	Leaf	2.90	2.58	3.13	2.87
	Shoot	1.27	0.84	0.87	0.99
2 (8 Mar. 1990)	Leaf	1.62	1.57	1.59	1.59
	Shoot	0.68	0.60	0.57	0.62
3 (26 Jun. 1990)	Leaf	1.71	1.73	2.52	1.99
	Shoot	0.63	0.49	0.78	0.63
4 (26 Aug. 1990)	Leaf	2.50	2.61	3.08	2.73
	Shoot	0.59	0.71	0.98	0.76
Mean	Leaf	2.18	2.12	2.58	
	Shoot	0.79	0.66	0.80	

Analysis of variance					
Source of variation	S.S.	d.f.	M.S.	F	F (0.010)
Season	2.6183	3	0.8727	70.7731	10.53
Fraction	14.3067	1	14.3067	1160.1336	14.49
N-levels	0.3720	2	0.1860	15.0851	11.69
Season × Fraction	0.9755	3	0.3251	26.3690	10.53
Season × N-levels	0.3959	6	0.0659	5.3516	9.19
Fraction × N-levels	0.1721	2	0.0860	6.9781	11.69
Error	0.0739	6	0.0123		
Total	18.9146	23			

素含量の上昇より、むしろ葉面積の拡大として明瞭に示され (Table 5) てきたものと思われる。この点からアカメガシワにおける窒素施肥の効果は葉面積拡大に強く反映され、生産量の増大となり、2 N区のような高い窒素レベルになると窒素含有量の増加という、質的な向上として表現されるものと思われる。

5. 粗蛋白質収量

10 a 当りのアカメガシワの粗蛋白質収量を Table 6 に示した。各窒素水準におけるアカメガシワの窒素含量率は、Table 4 に示されるような数値を示したが、10 a 当りの粗蛋白質収量の平均を見ると葉は 0 N 区 2.84 kg、1 N 区 7.10 kg、2 N 区 15.70 kg、枝は 0 N 区 0.35 kg、1 N 区 1.40 kg、2 N 区 3.97 kg の結果が得られた。このように粗蛋白質収量は窒素供給量に応じて著しく増大した。この傾向は施肥された窒素がアカメガシワの体内で蓄積されるのではなく、葉面積拡大の方向に作用し、乾物収量の増大をもたらした結果であると考えられる。アカメガシワの飼料資源としての利用を考えた場合、施肥窒素は乾物生産、蛋白質収量の向上、あるレベル以上の施用は蛋白質含有量の向上にむすびつく重要な要因と考えられる。10 a 当りの粗蛋白質収量は刈り取り期間の有意差は認められなかったが、葉と枝の間および窒素水準の間は 1% 水準で有意差を示した。

摘 要

南西諸島においては、野生のアカメガシワの樹葉は家畜の飼料供給源として、これまで慣行的に利用されてきた。しかしながらそれは、現存量を利用する形態であるため種々の問題を有している。そこで本試験ではアカメガシワの有効な活用を目的に窒素肥料の施用試験を実施した。アカメガシワは施肥することにより潜在的な生産能力を大きく発揮し、乾物生産量、蛋白質収量の増加、また蛋白質含有量の上昇と、質的、量的な生産力の向上を図ることが可能であることが明らかになった。将来の飼料資源の素材のひとつとして検討する価値があるものと考えられる。結果の概要は以下の通りである。

Table 5. Effect of various nitrogen fertilization on leaf area of Akamegasiwa

N-levels	Leaf area per g of dry weight (cm ²)	Leaf area per plant (m ²)	Leaf area index
0N	165.75	0.38	0.31
1N	158.40	1.03	0.84
2N	180.48	1.84	1.50

Note: Measurement at Aug. 26th 1990

Table 6. Crude protein yield of Akamegasiwa (kg/10a)

Cutting frequency and dates	Fraction	Crude Protein yield		
		0N	1N	2N
1 (20 Oct. 1989)	Leaf	3.31	6.83	12.40
	Shoot	0.26	0.74	1.86
	Total	3.57	7.57	14.26
2 (8 Mar. 1990)	Leaf	3.15	6.55	12.20
	Shoot	0.33	1.02	2.27
	Total	3.48	7.57	14.47
3 (26 Jun. 1990)	Leaf	2.00	6.39	22.19
	Shoot	0.32	1.52	6.05
	Total	2.32	7.91	28.24
4 (26 Aug. 1990)	Leaf	2.91	8.61	16.00
	Shoot	0.50	2.31	5.71
	Total	3.41	10.92	21.71
Total	Leaf	11.37	28.38	62.79
	Shoot	1.41	5.59	15.89
Mean	Leaf	2.84	7.10	15.70
	Shoot	0.35	1.40	3.97

Source of variation	Analysis of variance				
	S.S.	d.f.	M.S.	F	F (0.010)
Season	23.6802	3	7.8934	3.8291	10.53
Fraction	264.3384	1	264.3384	128.2306	14.49
N-levels	282.9504	2	141.4752	68.6296	11.69
Season × Fraction	1.8777	3	0.6259	0.3036	10.53
Season × N-levels	47.7609	6	7.9601	3.8614	9.19
Fraction × N-levels	87.9360	2	43.9680	21.3288	11.69
Error	12.3685	6	2.0614		
Total	720.9123	23			

1. 乾物収量

アカメガシワは施肥窒素に対し強い反応を示し、窒素の供給量に応じて乾物収量は著しく増大する傾向を示した。

2. 刈り取り回数

1989年10月～90年9月の間に4回の刈り取りを行ったが、アカメガシワを幼植物より養成し、生長点数の多い再生に有利な形に仕立てた場合には刈り取り毎の収量は多回刈りにもかかわらず増大傾向を示し、正常な再生状態であった。

3. 葉量割合

アカメガシワの収量は葉が枝よりも高くなり飼料資源として有利な結果を示したが、葉量割合（葉／総量）は窒素増施と生育経過の影響が強く現れ、窒素供給量の増加と刈り取りを重ねる毎にその割合は次第に低下した。

4. 窒素含有量

アカメガシワの窒素含有率は窒素水準間の差がほとんどなく近似した数値を示した。刈り取り期毎の窒素含有率は季節的には9月と10月の秋期に若干高まる傾向が認められた。葉と枝の窒素含有率はいずれの処理間でも葉は枝に比べて常に2～3倍以上高く、明らかな差が認められた。

5. 葉面積

各窒素水準間の乾物1g当りの葉面積は大きな変化を示さなかったが、アカメガシワの1本当りの葉面積と葉面積指数は窒素施用量の影響が強く現れ、窒素供給量に応じて著しく大きくなった。

6. 粗蛋白質収量

各窒素水準間のアカメガシワの窒素含有率は大差がなかったが、窒素増施が乾物収量の増大をもたらした結果、各窒素水準間の粗蛋白質収量は著しく拡大した。

終わりに本研究の実施にあたって御教示、御指導いただいた宮崎大学農学部田中重行博士に深く謝意を表します。また、本研究は昭和64年度文部省科学研究費「飼料資源としての有用木本植物の検索とその飼料化に関する研究」により行われたものである。

引用文献

1. 〈沖縄県〉養蚕と技術 1984 沖縄県農林水産部 p6
2. 初島佳彦、中島邦雄 1971 琉球の植物 沖縄生物研究会 p77,245
3. 星野正生、新城健、佐藤一紘 未利用資源としてのヒルギダマシ (*Avicennia marina* Vierh.) に関する基礎的研究 第1報 ヒルギダマシの刈り取り利用 熱帯農業 32(4):223～227
4. 星野正生、新城健、佐藤一紘 1989 飼料資源としての有用木本植物の検索とその飼料化に関する基礎的研究 第1報 数種木本植物の収穫報 熱帯農業 33(4):248～252
5. 新城健、星野正生 1989 熱帯イネ科牧草の導入と栽培(1). 有望5草種の比較について 琉球大学農学部学術報告 36:131～136