

肥料木の機能に関する研究 (第 VI 報)

— 落葉の分解にともなう組成の変化 —

中 島 幸 雄*

Studies on the Function of "Fertilizer-tree" (Part VI)

— On the change in the chemical composition of fallen leaves in process of their decomposition. —

Yukio NAKAJIMA

Synopsis : In the former reports, the author informed that nature of the soil should be improved to some extent by planting so-called "fertilizer-tree". Its mechanism, however, was not referred. With regard to this aspect, studies have still been made. This report deals with the experiment, by means of pot-test for two years, to examine the change in the chemical composition of fallen leaves of some fertilizer-trees in process of their decomposition, and to know its influence on the soil.

Materials used in this study were fallen leaves of 5 sorts of fertilizer-trees and 2 of common trees. As fertilizer-trees, Yashabushi (*Alnus firma* Sieb. et Zucc. var. *Sieboldiana* Winkl.), Yamahannoki (*Alnus tinctoria* Sarg. var. *glabra* Call.), Miyaginohagi (*Lespedeza penduliflora* Nakai), Togenashi-niseakashia (*Robinia pseudacacia* L. var. *bessoniana* Nichols) and Yamamomo (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) were used, and to compare with those "fertilizer-trees", Keyaki (*Zelkova serrata* Makino) and Akamatsu (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) were also used. Definite quantity of those materials was scattered on the fresh soil filled in the pots. Each plot was made of 9 pots similarly treated. Those pots were settled in the thicket of the College. After 1 and 2 years, 3 pots of each plot were sampled respectively, and the residual materials were weighed and analysed. The results of analysis are shown in Table 1-7, and according to these Tables, the inference is drawn as follows :

Fallen leaves of the fertilizer-trees are more rapidly decomposed than those of Keyaki and Akamatsu, and decomposition of Akamatsu needles seems most difficult.

Chemical composition of organic matter in the residual materials is greatly different from that in the primary fallen leaves (needles). Protein and lignin become the main compounds which constitute the residual materials, and in case of Akamatsu, alcohol-benzol extract also joins them. Alcohol-benzol extract in fallen leaves of the fertilizer-trees and Keyaki seems to be one of the most easily resolvable compounds, on the contrary, that of fallen needles of Akamatsu seems to have very strong resistance against decomposition. This may be the main reason that decomposition of fallen needles of Akamatsu is delayed.

Fallen leaves of the fertilizer-trees, except Yamamomo, contain considerable much N, and have high value as the source of N for the soil. Supply of P and K to the soil is not so much. They contain extremely much Ca, and supply soil with very much amount of it. Therefore, a large effect on neutralizing

* 造林学講座教授

soil acidity should be expected.

The nature of Yamamoto is considerably differ from the other fertilizer-trees. Content of N and Ca is comparatively little, and supply of those elements to the soil is also not so much. Supply of P to the soil is not recognized at all. Content of K, however, is much higher than the other fertilizer-trees, and supply of it to the soil is also very high.

Keyaki doesn't have any fertilizing value except that supply of K to the soil is almost same as the fertilizer-trees.

Akamatsu has extremely little amount of nutrient elements, and supply of them to the soil is also very little, especially that of N and P is not recognized at all.

要 旨 2年間の鉢試験により、肥料木落葉の分解に伴う組成の変化をしらべ、分解の難易、土壤への養分の供給などを検討した。供試樹種は、肥料木5種と、普通樹種としてケヤキ、アカマツの2種である。

供試落葉は、いずれも、はじめの1年内に急激に分解し、2年目の分解は緩かである。その分解の速度は、肥料木はケヤキ、アカマツよりも速く、アカマツでは2年目の分解が全くみられなかった。

落葉の分解残滓の組成は、落葉の組成とは著るしく異なり、広葉樹では粗蛋白とリグニンが主体となり、アカマツでは、更にこれにアルコール・ベンゾール抽出物が加わったものが主体をなしている。アルコール・ベンゾール抽出物は、広葉樹では最も分解し易い成分であるが、アカマツではきわめて分解しにくく、アカマツ落葉の分解の劣る主因をなすものと思われる。なお、アカマツでは、粗蛋白質の分解も全く認められなかった。広葉樹では、主として粗蛋白質、リグニンの分解消失の程度如何が、落葉分解の遅速に関係してくるようで、ケヤキは、この両者とも肥料木よりも分解率がかなり小さく、これが、ケヤキ落葉の分解速度が肥料木より劣る因をなすものと考えられる。

落葉に含まれる養分は、落葉の分解に伴ない次第に消失し、土壤に供給される。供試肥料木の落葉は、いずれもN含有量が多く、分解消失率も高く、土壤に対するN供給源としての価値が高い。肥料木の中で、ヤマモモは性質を異にし、N供給源としての価値がやや劣るほか、土壤への P_2O_5 の供給が皆無で、CaOの供給も少ない。しかし、 K_2O の供給源としての価値は最も高い。ヤマモモ以外の肥料木は、 P_2O_5 、 K_2O の土壤への供給量はあまり多くないが、落葉中のCaOの含有量がきわめて多く、分解率も高いので、土壤への供給量が非常に多く、土壤酸度の緩和、理学性の改善等の効果が期待される。ケヤキは、 K_2O の土壤への供給量が多いほかは、肥料木に匹敵するだけの価値は認められない。アカマツ落葉中には、各種養分の含有量が非常に少なく、分解も悪いため、N、 P_2O_5 の土壤への供給は全く認められず、 K_2O 、CaOの供給量もきわめて少なく、落葉の肥料価値はほとんどない。

緒 言

肥料木の植栽が、ある程度土壤の性質を改良する効果のあることは、すでに報告したが^{1) 2)}、その原因の一つとして、肥料木落葉による土壤の理化学性の改良が考えられる。その場合には、落葉分解の遅速が、落葉に含まれる養分量の多少と共に、肥料木としての価値を決定する大きな要素となる。本報は、各種肥料木につき、落葉の分解に伴う組成の変化と、土壤に供給される養分量について、2年間にわたるポット試験を行ない実験した結果である。

供 試 材 料 お よ び 試 験 方 法

供試材料は、いずれも本学部構内の植栽木の落葉で、肥料木としては、ヤマハンノキ、ヤシヤブシ、チントウトゲナシニセアカシヤ、ミヤギノハギ、ヤマモモの5樹種を用い、なお比較のため、普通樹種としてケヤキ、アカマツの2樹種を加えた。

内径20cm、深さ20cmの円筒形の素焼の植木鉢に、花崗岩風化土壤を、鉢の上端約5cmを残して入れ、その上にビニル金網を敷き、落葉45g(風乾)ずつを置き、更にその上をビニル金網で覆い、夾雑物の混入や風による飛散を防いだ。このようなものを、各樹種9鉢ずつ作った。

供試落葉の組成は表1のとおりである。したがって、1鉢当りに与えられた落葉風乾物45g中の、各要素量は

表1 供試落葉の組成(乾物100分中)

Table 1. Analysis of fallen leaves. (Percentage of 105°C dry subst.)

	moisture*	organic matter	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	SiO ₂	Ash
ヤシヤブシ <i>Alnus f.</i>	10.50	90.72	2.04	0.15	0.14	2.48	3.51	9.28
ヤマハンノキ <i>Alnus t.</i>	12.50	90.32	1.77	0.20	0.23	3.98	2.06	9.68
ミヤギノハギ <i>Lespedeza</i>	14.40	87.81	1.88	0.22	0.25	3.19	6.04	12.19
トゲナシ <i>Robinia</i>	13.80	87.68	1.87	0.13	0.28	5.09	2.60	12.32
ニセアカシヤ <i>Myrica</i>	13.00	94.99	1.43	0.03	0.51	1.77	0.63	5.01
ヤマモモ <i>Myrica</i>	13.00	94.99	1.43	0.03	0.51	1.77	0.63	5.01
以上平均 <i>average</i>	12.84	90.30	1.80	0.15	0.28	3.30	4.97	9.70
ケヤキ <i>Zelkova</i>	12.60	76.37	0.87	0.17	0.38	3.30	17.97	23.63
アカマツ <i>Pinus</i>	11.80	97.07	0.32	0.05	0.16	0.76	0.77	2.93

*風乾100分中 (Expressed as percentage of air dry subst.)

表2 風乾物45g中の成分量

Table 2. Content of each elements in 45g of air dry materials given to each pot.

	moisture	dry subst.	org. matter	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	SiO ₂	Ash
	g	g	g	mg	mg	mg	mg	mg	g
ヤシヤブシ	4.73	40.27	36.53	822	60	56	999	1,413	3.74
ヤマハンノキ	5.62	39.38	35.57	697	79	91	1,567	811	3.81
ミヤギノハギ	6.48	38.52	33.82	724	85	96	1,229	2,326	4.70
トゲナシニセアカシア	6.21	38.79	34.01	725	50	109	1,974	1,009	4.78
ヤマモモ	5.85	39.15	37.19	560	12	200	693	247	1.96
以上平均	5.78	39.22	35.42	706	57	110	1,292	1,161	3.80
ケヤキ	5.67	39.33	30.04	342	67	149	1,300	7,068	9.29
アカマツ	5.31	39.69	38.53	127	20	64	302	306	1.16

表2のようになる。これによれば、肥料木落葉は、いずれもNが多いのが特徴で、中でもヤシヤブシに多く、ヤマモモには最も少ない。P₂O₅はヤマモモに少なく、反対にK₂Oはヤマモモに最も多くヤシヤブシに最も少ない。CaOは全般的に多く、中ではトゲナシニセアカシアに最も多く、ヤマモモに少ない。これら肥料木落葉に比べると、アカマツ落葉は各成分とも少なく、特にNとCaOが非常に少ないのが特徴的である。ケヤキ落葉はNが少なく、SiO₂が極端に多い他は、P₂O₅、CaOは肥料木5種の平均値にほぼ匹敵し、K₂Oはむしろやや多い。なお、これら落葉の組成は、生葉時の組成とはかなり異なるもので、N、P₂O₅、K₂Oは生葉時より減少し、特にN、K₂Oは生葉と比べると著しく少ない。また反対に、CaO、SiO₂は落葉に多くなっている。生葉から落葉への組成の変化の程度は、樹種により異なるが、これらについては一部すでに報告した。3) 4) 5)

これらの鉢を、35年5月11日に学内の植込みに設置し、位置による影響を防ぐために時々配置を変えた。1年後の36年5月10日と、2年後の37年5月10日に、それぞれ各区3鉢ずつをとり、上下2枚のビニル金網の間に残っている落葉分解残滓を採取して、重量を測定し、乾燥、粉碎し、各種実験に供した。これと同時に、鉢の中の土壌を、地表より5cmまでと、地表10cm以下の2か所に分けてとり、土壌分析に供した。

試験結果ならびに考察

1. 落葉分解の速さ

各樹種につき、1鉢当りの、設置1年後および2年後に残存する落葉分解残滓の乾物量を計り、それより灰分量を減じて全有機物の量とし、供試原料の乾物量および有機物量に対するそれぞれの減少の割合を求めて分解率とした。表3は、各樹種3鉢ずつの平均を示したものである。全乾物量、全有機物量とも、年の経過と共にほぼ同じような傾向を以て減少しているが、本実験では、落葉と土壌の間にビニル網をおいて、落葉の分解残滓に土砂の混入するのを極力防いだが、それでも1~2年の間には、多少とも土砂が混入するのを免れ得なかったの

で、分解速度の判定には、乾物量よりもむしろ全有機物量の減少を以てした方がよいと思われる。これによれば、各樹種とも、はじめの1年間に急速に分解してその60～70%を失ない、2年間で70～80%を失なうようである。これらのうち、肥料木5種はいずれも分解が速く、はじめの1年間で68～77%、平均72%、2年間で74～87%、平均82%が分解消失したことになる。肥料木の中では、ヤシヤブシが最も分解良好で、トゲナシ、ミヤギノハギでは第1年目の分解がやや劣るようであるが、本実験では、後2者は小葉のみでなく複葉全体を用いたため、葉軸が多くまざっていたためと思われる。これら肥料木と比べると、ケヤキ、アカマツは分解がややおそいようで、特にアカマツでは2年目の分解消失が全くみられなかった。

2. 落葉の分解に伴う有機組成の変化

供試原料および、1年後、2年後の分解残滓につき、Waxman法により近似組成を定量し、落葉分解に伴う有機組成の変化をしらべた。ただし、試料が少ないので、各区とも3鉢分を混合して均一試料として分析に供した。分析結果は、表4に示すとおりである。

これによれば、落葉の分解に伴ない、冷・温水抽出物、セルロースの割合が減じ、リグニン、粗蛋白質の割合が増加することが、全樹種を通じて明らかに認められる。特に冷水抽出物の減少、リグニン、粗蛋白質含有率の増大が顕著で、これら成分の分解の難易さをよく示している。アルコール・ベンゾール抽出物は、アカマツとその他の樹種では様相を異にし、肥料木およびケヤキでは落葉分解により含有率が顕著に減少するのに対して、アカマツでは明らかに増大している。その結果2年目の分解残査のアルコール・ベンゾール抽出物の含有率は、肥料木では平均3.38%、ケヤキで2.72%なのに対して、アカマツでは18.45%ときわめて大きくなっている。すなわち、本抽出物はアカマツと他樹種では分解に対する抵抗性が全く反対で、アカマツ落葉の分解が悪い原因の一つをなすものと考えられる。ヘミセルロース含有率は、あまり変化がないが、ケヤキではやや減少し、アカマツではやや増大している。これら有機組成の変化は、特に第1年目に甚だしく、2年目にはあまり変化がない。すなわち、落葉は前述のように、はじめの1年間に急速に分解するが、それと共にその有機組成が著しく変化して腐植様物質となり、以後はその組成にあまり変化がなく、徐々に分解していくものと思われる。

以上に述べたのは、含有率の変化であって、落葉分解に伴う各成分間の相対的關係の変化を示すものであるから、その増減は必ずしも各成分の絶対量の増減を示すものではない。そこで、落葉の分解過程における各成分

表3 落葉の重量変化(1鉢当たり)および分解率
Table 3. Change in weight of fallen leaves(per pot) during 2 years, and degree of decomposition.

		重 量 (g)		分 解 率 (%)	
		乾 物	全有機物	乾 物	全有機物
ヤシヤブシ	落 葉	40.27	36.53	—	—
	1 年後	10.40	8.57	74	77
	2 年後	6.43	4.75	84	87
ヤマ ハンノキ	落 葉	39.38	35.57	—	—
	1 年後	11.49	9.81	61	72
	2 年後	7.30	6.22	82	83
ミヤギノ ハギ	落 葉	38.52	33.82	—	—
	1 年後	13.76	10.81	64	68
	2 年後	12.16	8.89	68	74
トゲナシ ニセアカシヤ	落 葉	38.79	34.01	—	—
	1 年後	13.60	10.66	65	69
	2 年後	7.88	5.92	80	83
ヤマモモ	落 葉	39.15	37.19	—	—
	1 年後	10.63	9.43	73	75
	2 年後	7.49	5.96	81	84
平 均	落 葉	39.22	35.42	—	—
	1 年後	11.98	9.86	70	72
	2 年後	8.25	6.35	79	82
ケ ヤ キ	落 葉	39.33	30.04	—	—
	1 年後	16.72	11.50	58	62
	2 年後	13.48	9.07	66	70
ア カ マ ツ	落 葉	39.69	38.53	—	—
	1 年後	13.56	12.57	66	67
	2 年後	14.53	12.59	63	67

表4 有機組成の変化(全有機物に対する%)

Table 4. Chemical composition of organic matter in fallen leaves and in residual materials. (Percentage of total org. matter)

		alc.-benz. extract	cold water extract	hot water extract	hemi- cellose	cellose	lignin	raw protein	total
ヤシヤブシ	落葉	9.54	6.02	9.28	11.09	13.31	23.95	14.05	87.24
	1年後	4.91	1.81	3.09	10.86	7.18	42.89	20.40	91.14
	2年後	4.10	1.05	4.00	12.12	4.44	46.12	19.71	91.54
ヤマハンノキ	落葉	9.52	5.47	6.40	11.21	13.79	29.79	12.25	88.43
	1年後	4.67	1.35	3.37	9.84	9.21	43.43	21.01	92.88
	2年後	3.85	0.70	3.12	12.57	5.08	51.34	23.11	99.77
ミヤギノハギ	落葉	7.86	8.39	5.53	9.32	18.70	28.21	13.38	91.39
	1年後	3.83	1.23	3.04	9.25	11.71	49.52	19.65	98.23
	2年後	3.19	1.25	3.16	9.67	5.24	53.07	18.98	95.56
トゲナシニセアカシヤ	落葉	6.19	7.93	5.74	10.62	11.57	34.44	13.33	89.82
	1年後	2.97	1.28	2.66	9.29	7.15	48.23	15.23	86.81
	2年後	2.69	1.53	2.88	9.82	5.40	55.84	20.05	98.21
ヤマモモ	落葉	6.68	2.61	3.59	12.02	15.33	40.36	9.41	90.00
	1年後	4.34	1.84	3.71	11.03	10.11	46.32	15.92	93.27
	2年後	3.06	1.82	4.28	12.02	6.93	46.88	17.83	92.82
5種平均	落葉	7.96	6.08	6.11	10.85	14.54	31.35	12.48	89.37
	1年後	4.14	1.50	3.17	10.05	9.07	46.08	18.44	85.39
	2年後	3.38	1.27	3.49	11.24	5.42	50.65	19.94	88.50
ケヤキ	落葉	10.53	6.94	4.61	15.08	17.83	25.86	7.12	87.97
	1年後	3.48	1.31	2.99	13.67	10.22	39.58	13.09	84.34
	2年後	2.72	1.82	3.38	11.41	7.90	46.26	15.14	88.73
アカマツ	落葉	12.28	3.97	4.62	11.19	17.15	26.60	2.06	77.87
	1年後	17.44	1.42	3.33	12.84	11.35	41.64	6.47	94.49
	2年後	18.45	0.83	2.63	15.36	11.31	43.66	6.42	98.66

の消長を明らかにするために、1鉢当りの重量変化、ならびに減少率を計算してみると、表5に示すようになる。すなわち、落葉の分解に伴ない各成分とも絶対量は減少していくものであるが、ただその減少の割合が、樹種により、また成分によって異なるのである。以下表5により、各成分について検討する。

アルコール・ベンゾール抽出物は、アカマツ以外では非常に分解し易い成分で、1年間で原料中に含まれるものの84~88%が分解消失し、2年間では90~94%が消失しており、分解率において各樹種間のちがいは認められない。これに対して、アカマツでは最も分解し難い成分で、2年間でも51%が分解消失するにすぎない。植物成分中、アルコール・ベンゾール抽出物は最も分解し易い成分の一つであることは、**КОНОНОВА**も指摘しており⁹⁾、本実験でもアカマツ以外はこれと一致する。アルコール・ベンゾール抽出物中には、樹脂、油脂類のほか、各種糖類、タンニン、色素類の一部が含まれるもので、アカマツの場合には、原料中の本抽出物量の多いことと共に、抽出物の内容に他樹種とちがいがあると考えられる。

植物残滓中の冷水抽出物は、最も分解し易い成分といわれるが⁷⁾、本実験でもヤマモモ以外の肥料木では、2年間に殆んど完全に分解消失し(分解率96~98%)、ケヤキ、アカマツにおいてもそれぞれ92、94%が消失している。ヤマモモは89%の分解率で、他の肥料木と比べるとやや分解が劣る。温水抽出物は、冷水抽出物と比べればやや分解が悪いようであるが、全般的にみれば分解し易い成分といえよう。肥料木5種の中では、冷水抽出

表5 有機組成分の重量変化（1鉢当たり）及び減少率

Table 5. Change in weight of organic compounds (per pot), and degree of diminution.

		total org. matter		alc.-benz. extract		cold water extract		hot water extract		hemi-cellose		cellose		lignin		raw protein	
		重量 (g)	減少率 (%)	重量 (g)	減少率 (%)	重量 (g)	減少率 (%)	重量 (g)	減少率 (%)	重量 (g)	減少率 (%)	重量 (g)	減少率 (%)	重量 (g)	減少率 (%)	重量 (g)	減少率 (%)
ヤシヤブシ	落葉	35.53	—	3.48	—	2.20	—	3.39	—	4.05	—	4.86	—	8.75	—	5.13	—
	1年後	8.57	77	0.42	88	0.15	93	0.26	92	0.93	77	0.62	87	3.68	58	1.75	66
	2年後	4.75	87	0.19	94	0.05	98	0.19	94	0.58	86	0.21	96	2.19	75	0.94	82
ヤマハノキ	落葉	35.57	—	3.39	—	1.95	—	2.28	—	3.99	—	4.91	—	10.60	—	4.36	—
	1年後	9.81	72	0.46	86	0.13	93	0.33	86	0.97	76	0.90	82	4.26	60	2.06	53
	2年後	6.22	83	0.24	93	0.04	98	0.19	92	0.78	81	0.32	94	3.19	70	1.44	67
ミヤギノハギ	落葉	33.82	—	2.66	—	2.84	—	1.87	—	3.15	—	6.32	—	9.54	—	4.53	—
	1年後	10.81	68	0.41	85	0.13	95	0.33	82	1.00	68	1.27	80	5.35	44	2.12	53
	2年後	8.89	74	0.28	90	0.11	96	0.28	85	0.86	73	0.47	93	4.72	50	1.69	63
トゲナシニセアカシヤ	落葉	34.01	—	2.11	—	2.70	—	1.95	—	3.61	—	3.93	—	11.71	—	4.53	—
	1年後	10.66	69	0.32	85	0.14	95	0.28	83	0.99	73	0.76	81	5.14	56	1.62	64
	2年後	5.92	83	0.16	92	0.09	97	0.17	91	0.58	84	0.32	92	3.31	72	1.19	74
ヤマモモ	落葉	37.19	—	2.48	—	0.97	—	1.34	—	4.47	—	5.70	—	15.01	—	3.50	—
	1年後	9.43	75	0.41	84	0.17	83	0.35	74	1.04	77	0.95	83	4.37	71	1.50	57
	2年後	5.96	84	0.18	93	0.11	89	0.26	81	0.72	84	0.41	93	2.79	81	1.06	70
平均	落葉	35.32	—	2.82	—	2.13	—	2.17	—	3.85	—	5.14	—	11.12	—	4.41	—
	1年後	9.86	72	0.40	86	0.14	93	0.31	86	0.99	74	0.90	83	4.56	65	1.81	59
	2年後	6.35	82	0.21	92	0.08	96	0.22	89	0.70	82	0.35	93	3.24	75	1.26	71
ケヤキ	落葉	30.04	—	3.16	—	2.08	—	1.38	—	4.53	—	5.36	—	7.77	—	2.14	—
	1年後	11.50	62	0.40	87	0.15	93	0.34	75	1.57	65	1.18	78	4.55	41	1.51	29
	2年後	9.07	70	0.25	92	0.17	92	0.31	86	1.03	77	0.72	87	4.20	46	1.37	36
アカマツ	落葉	38.53	—	4.73	—	1.53	—	1.78	—	4.31	—	6.61	—	10.25	—	0.79	—
	1年後	12.57	67	2.19	54	0.18	88	0.42	76	1.61	63	1.43	78	5.23	49	0.81	0
	2年後	12.59	67	2.32	51	0.10	94	0.33	82	1.93	55	1.42	79	5.50	46	0.81	0

物と同様、ヤマモモの分解率が低いようである。

セルロースも非常に分解し易い成分の一つであり、肥料木では1年間に80~87%、2年間で92~96%が分解消失した。これに対して、ケヤキでは1年間に78%、2年間で87%、アカマツではそれぞれ78%、79%で、肥料木と比べるとやや分解が劣るようである。しかしながら、両樹種ともその減少率は全有機物の減少率に比してかなり大きいので、分解し易い成分であることには変りがない。

ヘミセルロースは、比較的分解し難い成分とされ⁷⁾、本実験でも上記各成分と比べると、やや分解が悪いようであるが、アカマツ以外の樹種では、全有機物の減少割合と殆んど平行して減少しており、これが落葉分解の遅速に影響するものとは考えられない。ただ、アカマツにおいては、2年後の減少率でも55%にすぎず、全有機物の減少率67%と比べてかなり低いのが特徴的である。

粗蛋白質も分解し難い成分とされ⁷⁾、本実験でも、その傾向は明らかにみられ、その減少率は全有機物の減少率に比べると、いずれもかなり小さく、これの分解状態の如何は、落葉分解の遅速に大きく影響するものと思われる。肥料木における減少率が2年間で63~82%であるのに対して、ケヤキでは36%、アカマツでは全く減少していない。このことは、後二者の落葉分解の劣る因をなすとともに、落葉中のN含有量の少ないことと相まって、土壌へのN供給源としての価値が、肥料木と比べて劣ることを示しているといえよう。

リグニン性物質は、植物成分中最も多量にあり、分解に対する抵抗性も最も強いものとされ、腐植構成の主要材料とされている。本実験でも、この傾向は明らかであり、この場合も、肥料木に比べてケヤキ、アカマツの分解率が非常に小さい。落葉分解の遅速は、リグニン分解の難易に大きく左右されるようである。しかしながら、リグニン分解の難易は、必ずしも落葉中の含有量の多少とは一致せず、含有量の最も多いヤマモモは最も高い分解率を示している。このことは、本定量法により定量されるリグニン様物質の内容が、一定のものではなく、きわめて複雑多様なものであるためと思われる。

3. 落葉の分解に伴うNおよび無機成分の変化と土壌への供給

各樹種の、供試原料および1年後、2年後の分解残滓の組成は、表6に示すとおりである。ただし、原料以外は各3鉢の平均を以て示してある。これによると、落葉の分解過程において、その組成は、いずれもほぼ同様の傾向を以て変化するようである。すなわち、Nの含有率は例外なく増大し、 P_2O_5 はやや増大し、CaOは樹種によりまちまちであるが、全般的にはやや増大する傾向にある。これに対して、 K_2O は、原料中の含有率の最も低いヤシヤブシ、アカマツが殆んど変わらないを除いては、いずれもその含有率はかなり減少する。このことは、Nの分解消失がやや困難であり、 K_2O の消失が速いことを示すものである。

これらの変化を、量的にみるために、1鉢当りの各成分量を計算すると、表7のようになる。

Nは、肥料木では初めの1年間で供試落葉中のNの60%前後、2年間で70%前後が分解消失する。これに対して、ケヤキでは1年および2年間にそれぞれ30、36%が分解消失するにすぎず、アカマツでは、2年後になっても全く消失せずに残留している。本実験では、Cの定量をしなかったため、C—N比の代わりに、有機物—N比をとってみると、原料中のこの値は肥料木と比べてケヤキ、アカマツでは大きく、特にアカマツでは他樹種と格段のちがいがあがる。有機物—N比は、C—N比とほぼ比例するものと考えられるから、Nの分解は、原料中のC—N比の大小と密接な関係があるようで、Nの分解消失の全くみられないアカマツの原料中のC—N比は、肥料木の6倍程度にも達するものと思われる。原料中から分解消失したNのうち、アンモニア等として気散したのも一部あるとしても、大部分は土壌中に浸透したものと考えられる。従って、原料中にN含有量が多く、しかもその分解率の高い肥料木は、土壌に対するNの供給という点からは、ケヤキ、アカマツに比べて、はるかに価値が高いといえよう。肥料木の中では、ヤマモモは原料中のN含有量が比較的少ないために、土壌への供給量が最も少ない。アカマツは、本実験では原料中のNが特に少なく、土壌への供給が認められず、N供給源として価値が全くない。

表6 Nおよび無機組成の変化(乾物100分中)

Table 6. Content of N and nutrient elements in fallen leaves and in residual materials. (% of 105°C dry subst.)

		N	P_2O_5	K_2O	CaO
ヤシヤブシ	落 葉	2.04	0.15	0.14	2.48
	1 年後	2.69	0.34	0.23	3.66
	2 年後	2.33	0.23	0.16	2.82
ヤマ ハンノキ	落 葉	1.77	0.20	0.23	3.98
	1 年後	2.87	0.36	0.19	4.54
	2 年後	3.15	0.24	0.12	3.56
ミヤギノ ハギ	落 葉	1.88	0.22	0.25	3.19
	1 年後	2.47	0.22	0.29	2.92
	2 年後	2.22	0.22	0.17	2.65
トゲナシ ニセアカシヤ	落 葉	1.87	0.13	0.28	5.09
	1 年後	1.91	0.23	0.26	5.74
	2 年後	2.41	0.22	0.16	5.20
ヤマモモ	落 葉	1.43	0.03	0.51	1.77
	1 年後	2.26	0.18	0.18	3.11
	2 年後	2.27	0.16	0.14	3.51
平 均	落 葉	1.80	0.15	0.28	3.30
	1 年後	2.44	0.27	0.23	3.99
	2 年後	2.48	0.21	0.15	3.55
ケ ヤ キ	落 葉	0.87	0.17	0.38	3.30
	1 年後	1.44	0.31	0.23	4.13
	2 年後	1.63	0.26	0.14	4.36
ア カ マ ツ	落 葉	0.32	0.05	0.16	0.76
	1 年後	0.96	0.21	0.18	1.45
	2 年後	0.89	0.15	0.13	0.97

表7 Nおよび無機成分の重量変化（1鉢当たり）と減少率

Table 7. Change in weight of N and nutrient elements (per pot), and degree of diminution.

		N		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO	
		重量 mg	減少率 %	重量 mg	減少率 %	重量 mg	減少率 %	重量 mg	減少率 %
ヤシヤブシ	落葉	822	—	60	—	56	—	999	—
	1年後	280	66	35	42	24	57	381	62
	2年後	150	82	15	75	10	82	181	82
ヤマハンノキ	落葉	697	—	79	—	91	—	1,567	—
	1年後	330	53	41	48	22	76	522	67
	2年後	230	67	18	77	9	90	260	83
ミヤギノハギ	落葉	724	—	85	—	96	—	1,229	—
	1年後	340	53	30	65	39	59	402	67
	2年後	270	63	27	68	21	78	322	74
トゲナシニセアカシヤ	落葉	725	—	50	—	109	—	1,974	—
	1年後	260	64	31	38	35	68	781	60
	2年後	190	74	17	66	13	88	410	79
ヤマモモ	落葉	560	—	12	—	200	—	693	—
	1年後	240	57	19	0	19	91	331	52
	2年後	170	70	12	0	10	95	263	62
平均	落葉	706	—	57	—	110	—	1,292	—
	1年後	290	59	31	46	28	75	483	63
	2年後	202	71	18	68	13	88	287	72
ケヤキ	落葉	342	—	67	—	149	—	1,300	—
	1年後	241	30	52	22	38	75	691	47
	2年後	220	36	35	48	19	87	588	55
アカマツ	落葉	127	—	20	—	64	—	302	—
	1年後	130	0	28	0	24	63	197	35
	2年後	129	0	22	0	19	70	141	53

P₂O₅は、もともと各樹種とも落葉中の含有量が少ないが、ヤマモモ以外の肥料木では、2年間で約70%が原料中より消失し土壌に供給される。ヤマモモは、原料中の含有量がきわめて少なく、土壌への供給量は皆無で、この点では肥料効果はないといえよう。ケヤキは原料中の含有量は比較的多く、ヤマモモ以外の肥料木とほぼ匹敵するが、2年間の分解率は48%で、土壌への供給量はやや劣るようである。アカマツは、原料中の含有量が少なく、土壌への供給は、Nの場合と同様認められなかった。

K₂Oは、他の成分と比べ各樹種とも原料中よりの消失が最も速く、2年間の消失率は、肥料木で78~95%、平均88%、最も分解の悪いアカマツでも70%である。原料中のK₂O含有量の最も多いヤマモモは、分解消失率も各樹種を通じて最高の95%を示し、従って、土壌へのK₂Oの供給量は最も多く、肥料効果は、P₂O₅の場合とは反対に最もすぐれている。ケヤキは、ヤマモモ以外の肥料木よりも土壌への供給量が多い。

CaOは、樹種のちがいにより、落葉中の含有量はかなりちがうが、いずれの場合も、上記各要素よりもはるかに多量含まれている。その分解は、ヤマモモ以外の肥料木ではK₂Oに次いで良好で、2年間の分解消失率は74~83%であり、落葉中の含有量の多いことと相まって、土壌への供給量が非常に多い。ヤマモモは、落葉中の含有量が比較的少なく、2年間の分解率も62%で、肥料木の中では最も低く、従って、土壌への供給量も少ない。ケヤキの落葉中のCaO含有量は多く、肥料木5種平均とほぼ匹敵するが、その分解率が55%と低いため、土壌へのCaO供給量はやや劣るようである。アカマツ落葉のCaO含有量は、きわめて少なく、その分解

率も53%で、土壤への供給は、他の樹種に比べれば非常に少ない。このような、土壤へのCaO供給量のちがいは、土壤の酸度、理化学などに及ぼす影響からみて、重要な意義をもつものと考えられる。

総 括

本試験に用いた落葉は、各樹種とも、はじめの1年間に急速に分解して、その60~70%を消失し、2年間で70~80%を消失した。肥料木は、いずれも、ケヤキ、アカマツよりも分解が速く、特にアカマツでは、2年目の分解が全く見られなかった。

落葉が分解していく際には、抵抗性の弱い成分は急速に分解消失するが、抵抗性の強い成分は分解消失が少なく、いつまでも残留し、したがって、分解残滓の組成は、落葉とはかなりちがったものになる。本実験では、冷・温水抽出物、セルロースは全樹種とも分解がきわめて容易で、その大部分が消失するが、広葉樹種の場合には、粗蛋白質、リグニンの含有率が増大し、この両者だけで分解残滓の60~75%を占めるようになった。アカマツでは、落葉中の粗蛋白質の量が少ないために、分解残滓中のこの両者の合計は50%であるが、一方、アルコール・ベンゾール抽出物の含有率も高くなり、これを加えると70%近くを占めるようになる。すなわち、分解残滓は、広葉樹とアカマツでは、その性質を異にし、前者では粗蛋白質とリグニンが、後者ではこれにアルコール・ベンゾール抽出物の加わったものが主体をなしている。このような組成の変化は、特に第1年目に甚だしく、第2年目にはあまり変化がない。すなわち、落葉は、はじめの1年の間に急速に分解して、落葉とは組成の著るしく異った腐植様物質となり、以後は徐々に分解していくものと思われる。

アルコール・ベンゾール抽出物は、広葉樹種では最も分解し易い成分のようだが、アカマツではきわめて分解しにくく、これの多いことが、アカマツ落葉の分解の悪い主因をなすものと思われる。なお、アカマツでは、粗蛋白質の分解が全くみられなかったが、これは、落葉中のN含有率がきわめて低く、C/Nが他の樹種よりも著るしく大きいと思われる。アカマツでは、リグニン、セルロース、ヘミセルロースなどの分解率も、肥料木と比べると小さい。

広葉樹種の場合には、主として粗蛋白質、リグニンの分解消失の程度が、落葉分解の遅速に関係してくる。落葉分解に伴う粗蛋白質の分解率をみると、肥料木における分解率が2年間で63~82%であるのに対して、ケヤキでは36%と小さく、この場合も、ケヤキ落葉中にNが少なく、C/Nが高いことが原因と思われる。リグニンの分解率も、肥料木に比べるとケヤキは小さく、これらのことが、ケヤキ落葉の分解速度が、肥料木に比べ劣る因をなすものと考えられる。なお、ケヤキの落葉中には、きわめてSiO₂が多く、これも落葉の分解に無関係ではないと推測されるが、これについては検討していない。肥料木中、落葉分解の最も悪い結果を示したミヤギノハギでは、粗蛋白質、リグニンの分解率も、他の肥料木と比べると小さいが、これは、本実験では、複葉全体を用いたので、葉軸を含んでいたためではないかと考えられる。小葉のみを用いたならば、おそらく別の結果となったと思われる。

落葉の分解に伴ない、それに含まれる養分要素も、次第に落葉中から消失するが、その消失量は、そのまま土壤への供給量と考えてもよいであろう。したがって、その肥料価値は、各成分の、落葉中の含有量と、分解消失率の大小に左右される。落葉の組成は、その樹の生育する土壤の肥沃度により、かなりちがうものであるし、また、供試落葉は、落葉直後のものではなく、数日を経過して採取しているのもので、その間の養分要素の消失（特にK₂O）も多少はあるものと思われるので、本試験の結果は、必ずしも林地の場合にそのまま適用されるものではないであろうが、ほぼ同一の土壤条件を有する本学部構内に生育する樹の落葉を用いているので、各樹種間のちがいは、うかがうことができよう。

供試肥料木の落葉は、いずれもNが多いのが特徴で、その分解消失率も、ケヤキ、アカマツに比べてかなり高く、土壤に対するNの供給という観点からすると、後二者よりも、はるかに価値が高いものといえよう。肥料木の中では、ヤマモモは、落葉中のN含有量が比較的少なく、土壤への供給量も少なく、肥料価値が劣る。

ヤマモモは、他の肥料木とは性質を異にし、落葉中のP₂O₅、CaOが少ないばかりでなく、その分解消失率も小さく、土壤への供給量は、P₂O₅では皆無で肥料価値がなく、CaOの供給量も他の肥料木およびケヤキと比べて非常に少ない。しかしながら、K₂Oは、落葉中に多量に含まれ、その分解消失率も各樹種を通じて最高の95%を示し、したがって、土壤への供給量が最も多く、この点での肥料価値は優秀である。

ヤマモモ以外の肥料木は、ほぼ同様の傾向をもち、P₂O₅の分解率は66~77%、平均71%、K₂Oの分解率78

～90%、平均 85% を示すが、落葉中の含有量があまり多くないので、土壌への供給量は、あまり多くなく、特に P_2O_5 は少ない。 CaO は落葉中にいずれも非常に多量に含まれ、その分解率も K_2O に次いで良好なので、土壌への供給量がきわめて多く、土壌酸度の緩和、理化学性の改善などの効果が大きいものと思われる。 CaO の供給量は、特にヤマハンノキ、トゲナシニセアカシヤに多いようである。

ケヤキは、これら肥料木と比べると、落葉中の N の含有量が少なく、その分解率は 2 年間で 36% ときわめて小さく、したがって、土壌への供給量は僅かである。 P_2O_5 は、落葉中の含有量はヤマモモ以外の肥料木に匹敵するが、2 年間の分解率は低く、土壌への供給量は、これらに劣るようである。しかし、 K_2O の含有量は多く、分解も良好で、土壌への供給量は、ヤマモモに次いで多い。 CaO は含有量は多いが、分解率が低いために、土壌への供給量は肥料木と比べると少ない。このように、ケヤキ落葉の肥料価値は、 K_2O 以外は見るべきものがない。

本試験に用いたアカマツ落葉中には、すべての成分が少なく、特に N、 P_2O_5 の土壌への供給は全く認められなかった。 K_2O 、 CaO の土壌への供給量も非常に少なく、あらゆる点からみても、アカマツ落葉の肥料価値は殆んどないといえよう。

なお、鉢試験に用いた土壌の分析結果については、別に報告する予定である。

文 献

- 1) 山田・中島・伏見：日林誌 39, 303, 1957
- 2) 中島・辻田・穂井田：第75回日林講 134, 1964
- 3) 中島幸雄：日林関西支講, 第9回 53, 1959
- 4) 中島幸雄：日林関西支講, 第10回 64, 1960
- 5) 中島幸雄：日林関西支講, 第11回 32, 1961
- 6) 菅野一郎ほか訳：土壌地理学の基礎 1965
- 7) 芝本武夫：森林土壌学 1949

(1970年2月13日受理)