

## 三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質 循環に関する研究(VIII)

リターフォールによる養分還元量について

片桐 成夫\*・石井 弘\*・三宅 登\*

Shigeo KATAGIRI, Hiroshi ISHII and Noboru MIYAKE  
Studies on Mineral Cycling in a Deciduous Broad-leaved Forest at  
Sanbe Forest of Shimane University (VIII)  
Amounts of Nutrient Elements Returned by Litter Fall

### はじめに

森林生態系における物質循環を考える上で、リターフォール量は林地への有機物の供給源として重要なものであるとともに、リターフォールによる養分還元量も森林生態系の維持に極めて重要な役割を果たしている。これまでにリターフォールに関する研究は数多くなされ、樹種・林令・立地条件によって異なることはよく知られている<sup>1)</sup>。また、リターフォールによる養分還元量についても近年数多くの報告がなされている。しかし、斜面位置の違いによってリターフォール量や養分還元量がどのように異なるかについての報告は数少ない。また、落葉広葉樹林のリターフォール量を2年以上にわたって測定された例はほとんどみられない。そこで、本報告では第I報で述べた永久試験地において4年間継続して測定した結

果について述べる。本研究を進めるにあたり育林学研究室専攻生の内良一君、井ノ上二郎君の協力を得た。ここに深く感謝の意を表する。

### 調査地および調査方法

調査地は本学三瓶演習林の落葉広葉樹林であり、第I報<sup>2)</sup>に述べた永久試験地 P-1~P-5 のプロットである。本試験地は1978年1月2日・3日の暴風雪によって冠雪害を受けたために試験地の概況が大幅に変化した。そこで、表-1に雪害前(1975年)と雪害後(1978年)のプロットの概要を示した。これによると、各プロットともに立木本数の減少がみられ、とくにP-1・P-2では雪害後には雪害前の70~80%に減少した。また、P-1・P-2では胸高断面積合計・地上部現存量ともに雪害によって大きく減少している。

リターフォール量の測定は各プロットに50×50cmの方形リタートラップを5個ずつ任意の位置に設置して行った。測定期間は1975年4月11日から1978年12月15日までの約4年間である。リターの回収の間隔は3月から12月までは1ヶ月毎とし、その後は翌年の3月までの3ヶ月である。回収したリターは70°Cで乾燥した後、広葉・針葉・枝・樹皮・花実・その他の6組成に分けて秤量した。

これらの試料を粉砕し養分分析を行った。分析はN・P・Ca・Mgの5元素について、それぞれNはケルダール法、Pは湿式灰化後モリブデン青比色法、K・Ca

Table 1 General description of sampling plots studied

Plot No.	Year	Tree density	$\bar{D}$	$\bar{H}$	Basal area	Above ground biomass
1	1975	1213	12.68	10.3	21.78	61.56
	1978	862	11.11	11.8	11.71	38.28
2	1975	1628	11.62	10.1	20.45	56.13
	1978	1266	11.11	12.2	14.26	46.14
3	1975	2382	10.94	9.7	29.00	79.66
	1978	1930	11.16	12.0	24.35	79.26
4	1975	3590	10.08	9.2	34.82	93.92
	1978	3278	10.50	11.6	35.44	114.83
5	1975	2625	12.12	9.8	44.12	125.26
	1978	2373	11.31	11.5	35.91	119.40
		no/ha	cm	m	m <sup>2</sup> /ha	ton/ha

\* 育林学研究室

・Mg は原子吸光法によって行った。

本報告で用いた重量および含有率はすべて105°C絶乾基準であらわした。

### 結果および考察

#### a) リターフォール量の季節変化

リターフォール量の季節変化は生活型の違いによって異なることはよく知られており<sup>3)</sup>、本試験地のような落葉広葉樹林では秋にピークもった季節変化を示すものと考えられる。

そこで、各プロットのリターフォール量を組成別・月別に付表に示した。合計のリターフォール量の季節変化をP-1・P-5について示したものが図-1である。これを見ると、大きなピークが毎年10~11月のいわゆる落葉期にみられる。また、小さなピークが4~5月又は8月にみられる。10~11月のピークは落葉によるものであり、4~5月および8月のピークは落枝によるものである。また、1978年の1~3月には秋のピークと同程度のピークがみられるが、これが1月の雪害によってひきおこされた落枝によるものである。このために1978年の季節変化の中で8月の落枝によるピークがみられなくなっている。

る。

また、広葉および針葉リターの季節変化は図-2に示したように1月から7月まではほとんどなく、10~11月に最大となっている。広葉リターの季節変化はプロットによって多少異なり、P-1・P-2・P-3でP-4・P-5に比べて落葉の時期が1ヶ月ほど早くなり、最大の月も10月とP-4・P-5の11月より早くなっている。これは種組成が異なりP-4・P-5では落葉期の遅いコナラが多いためである。針葉リターも10~11月に

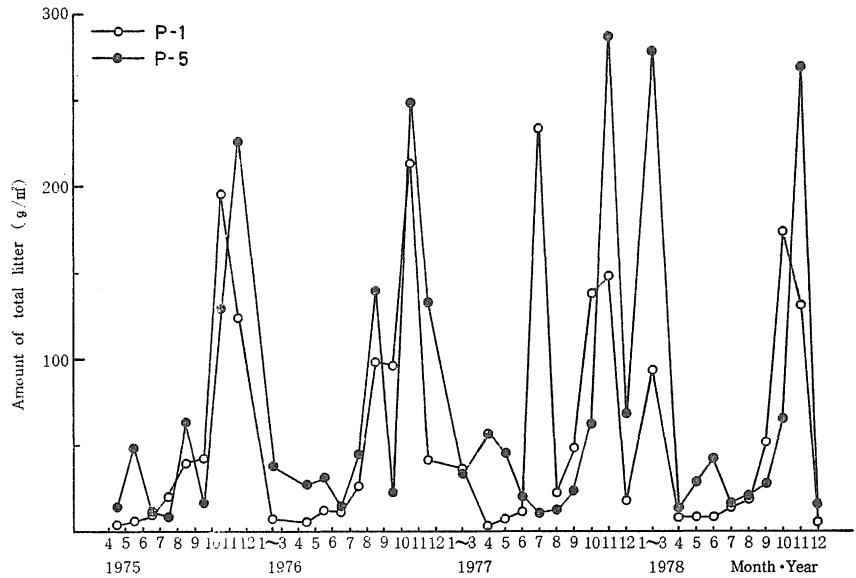


Fig. 1. Seasonal change of amount of litter fall.

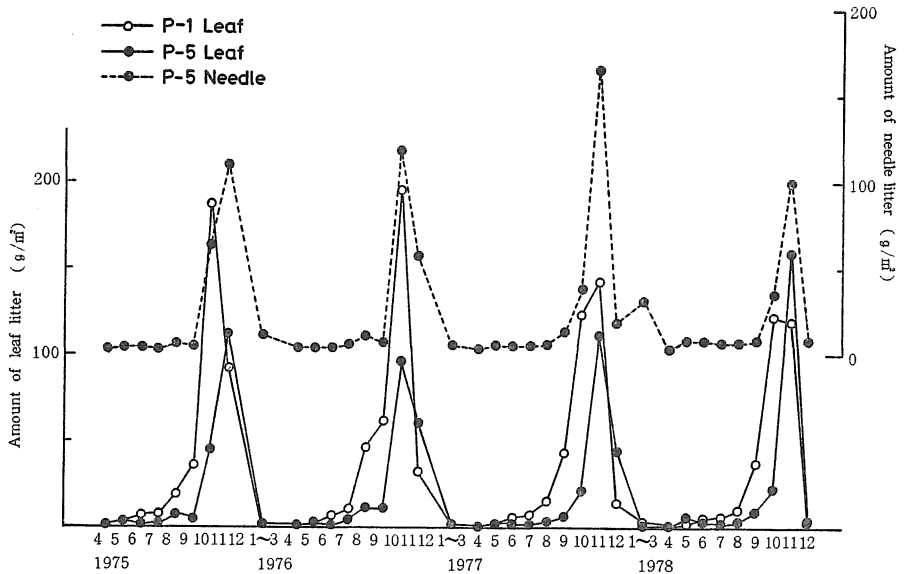


Fig. 2. Seasonal change of amount of leaf and needle litter

最大となる季節変化を示しているが、1978年の1～3月にかかなりの落葉がみられた。これは前述した雪害による落枝が生枝をも含んでいるために針葉の量が増加したものである。

落枝は風・雨・雪といった気象的要因による影響が大きく明瞭な季節変化を示さない。したがって、落枝量の多い月もプロット・年度によってまちまちである。しかし、1978年の1～3月についてはどのプロットでも落枝量が多く、4年間の測定期間中で1・2番目に多い月となっている。これが冠雪害によるものであることはいうまでもないが、その影響は大きく以後の落枝量が前年までの季節変化と異なり、大きなピークを示さない変化をしている。

樹皮リターについては明らかな季節変化はみられず、リター量の多い月もプロットによってまちまちであった。

花実リターについては開花と結実の時期に対応した季節変化を示し、5～6月と9～10月にピークを持つ季節変化を示している。しかし、プロットによって種組成が異なるために種による開花・結実期の違いが季節変化の違いとしてあらわれている。また、結実の豊凶が季節変化に影響し、季節変化のパターンに年度による相違がみられた。

その他のリターについては量的にも少なく、明らかな季節変化はみられなかった。

以上のようにリターフォールの季節変化は組成によって異なっているが、全量の季節変化は量的に多い広葉・針葉の量によって決まるといえる。また、落枝量が全量の季節変化に及ぼす影響も落枝の多い月に大きく、全

Table 2 Amounts of litter fall in a deciduous broad-leaved forest at Sanbe

Plot No.	Year	Leaves	Needles	Branches	Barks	Flowers and Seeds	Others	Totals
1	1975	356.94	0.09	54.22	10.13	13.61	11.66	446.65
	1976	357.35	0.17	60.79	9.19	83.54	27.62	538.86
	1977	355.34	0.58	317.50	---	---	49.33	722.75
	1978	304.08	0.19	12.42	3.06	85.43	11.39	416.57
2	1975	308.77	0.26	184.12	5.28	14.78	18.43	531.64
	1976	351.28	0.67	111.58	5.34	16.29	35.48	520.64
	1977	314.08	0.89	48.30	---	---	48.91	412.16
	1978	316.65	0.42	14.95	1.32	26.75	16.65	376.74
3	1975	418.25	2.80	130.71	4.00	7.97	21.74	585.47
	1976	499.05	4.91	99.91	7.19	24.32	29.05	664.43
	1977	455.24	9.98	73.70	---	---	52.75	591.67
	1978	291.26	9.68	14.03	2.51	7.73	13.50	338.71
4	1975	278.50	91.96	98.26	13.88	66.54	15.96	565.10
	1976	279.08	104.38	318.93	19.26	21.95	18.75	762.35
	1977	281.24	119.91	91.96	---	---	53.11	546.22
	1978	258.51	96.28	81.55	9.00	46.63	15.77	507.74
5	1975	176.04	210.16	102.44	30.14	23.72	11.85	554.35
	1976	187.73	215.54	180.27	42.86	37.39	27.79	691.58
	1977	193.34	291.20	281.37	---	---	58.15	864.06
	1978	208.87	182.93	46.34	31.52	14.38	12.05	496.09

Notes : g/m<sup>2</sup> oven dry basis  
 1975 (1975. Apr. 11--1976. Mar. 11) 1976 (1976. Apr. 13--1977. Mar. 29)  
 1977 (1977. Apr. 30--1978. Mar. 28) 1978 (1978. Mar. 29--1978. Dec. 15)  
 (---): No classify

量の季節変化を大きく変える要因となっている。

b) リターフォールの年変化

リターフォールの年間量を組成別・プロット別に表-2に示した。また、その中のいくつか組成の年間量の年変化を図-3に示した。これを各組成ごとにとみると、広葉リターは雪害を受けるまでの1975年から1977年の3年間でP-1が3.6ton/ha、P-2が3.1~3.5ton/ha、P-3が4.2~5.0ton/ha、P-4が2.8ton/ha、P-5が1.8~1.9ton/haとほとんど変化しなかった。これに対して、雪害後の1978年にはP-1・P-3でそれぞれ3.0ton/ha、2.9ton/haと減少の傾向がみられた。P-4・P-5では広葉リターが雪害後に減少する傾向はみられなかったが、針葉リターが雪害前の3年間にそれぞれ0.9~1.2ton/ha、2.1~2.9ton/haであったが、1978年にはそれぞれ1.0ton/ha、1.8ton/haと前年のリター量に比べて減少した。広葉と針葉を合わせた落葉量としてみると、雪害前にはP-4で3.7~4.0ton/ha、P-5で3.9~4.8ton/haであったものが、雪害後の1978年にはそれぞれ3.6ton/ha、3.9

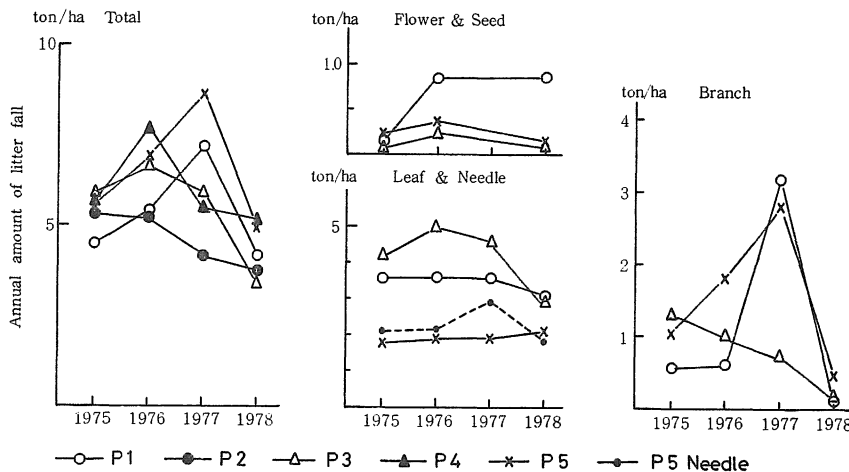


Fig. 3. Changes of annual amount of litter fall.

ton/ha と雪害前の増加傾向に反して減少している。

落枝量については年変動が大きく明らかな傾向はみられないが、雪害を受けた1977年度に落枝量がP-1・P-5で明らかに増大し、雪害後の1978年にはどのプロットでも雪害前に比べて明らかに少なくなっている。

樹皮および花実リターについては1977年度分をその他と区分していないために明らかなことはいえないが、雪害の影響がリター量にあらわれているとはいえない。その他のリターは1977年の値に樹皮・花実が含まれているために1977年の量が多くなっているが、これを考慮に入れるとほとんど変化がないものと考えられる。

リター全量の年変化をみると、雪害時に落枝量の多いP-1・P-5は1975年から1977年にかけて増加し、他のプロットでは1976年に最大となっている。そして、雪害後の1978年には全てのプロットでリター量が減少し、1975年のリター量よりも少なくなっている。1978年のリター量を1975年から1977年の3年間の平均値に対する割合で表わすと、P-1 : 0.73, P-2 : 0.77, P-3 : 0.55, P-4 : 0.81, P-5 : 0.71 となり、P-3が最もリター量の減少割合が大きく、P-4が最も減少割合が小さかった。リター量の減少割合が最も小さかったP-4の雪害率は本数割合で4.1%と最も小さく、リター

量の減少傾向と一致しているが、他のプロットではP-1 : 17.4%, P-2 : 19.2%, P-3 : 9.9%, P-5 : 7.8%と必ずしもリター量の減少割合と一致しなかった。

以上のようにリターフォールの年変化は雪害等の大幅な状況の変化がない限り落葉量には大きな変化はなく、落枝量の年変動に左右されるものと考えられる。

c) リターフォールの養分含有率

リターフォールの養分含有率の季節変化に関する報告はこれまでいくつかあるが、これらは一年間のものがほとんどである<sup>4)5)</sup>。ここでは1975年から1977年までの3年間の養分分析の結果から季節変化をみてみよう。図-4に養分含有率の季節変化を2・3の組成、元素について示した。広葉リターの養分含有率の季節変化が最も明瞭にあらわれ、N・Pは4月から12月にかけて含有率の低下の傾向が明らかにみられた。Kは年・プロットによって多少異なるが、5~7月に含有率が高く12月まで減少<sup>4)</sup>の傾向を示した。河原や Carlisle によるとN・P・Kの含有率は落葉広葉樹林では春から秋にかけて低下することが明らかであり、本研究の結果も同様の傾向を示した。Caについては1975・1976年と1977年とで異なり、1977年は春から秋にかけて含有率が徐々に低くなってい

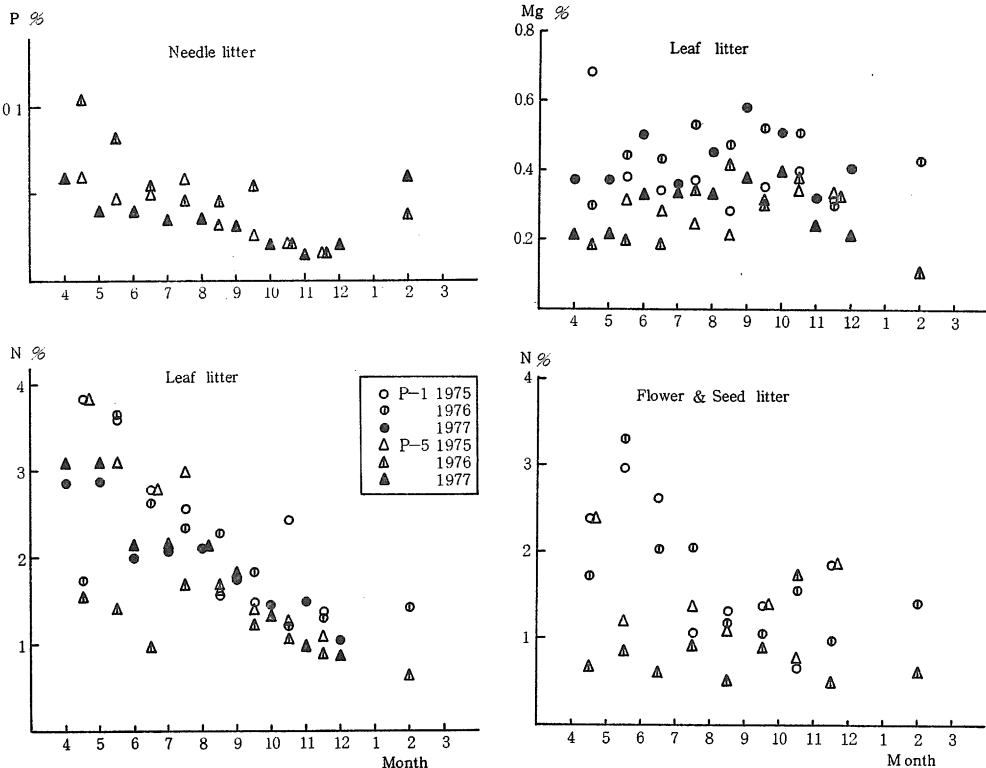


Fig. 4. Seasonal change of nutrient concentration of litter fall.

るが、1975・1976年は春から秋にかけて含有率が高く  
なり、その後は徐々に含有率が低下した。Mg も春から秋  
にかけて含有率が高くなり、その後含有率が低下する傾  
向がみられた。Ca・Mg については上田ら<sup>6)</sup>がヒノキ林で  
落葉期に含有率の高くなることを、河原が落葉広葉樹林  
で7～8月に含有率が高くなることを報告している。こ  
のように広葉リターについてはN・P・Kが春から秋に  
かけて含有率の低下の傾向を示すのに対して、Ca・Mg  
は逆に落葉期または落葉期直前に高い含有率を示してい  
る。

針葉リターの養分含有率は広葉リターに比べると小さ  
く、その季節変化もさほど明らかではないが、N・Pに  
ついては広葉リターと同様の傾向を示した。

枝リターの養分含有率はバラツキが大きく明らかな季  
節変化はみられなかった。

花実リターの養分含有率も広葉リターに比べるとバラ  
ツキが大きいが、N・Pについては開花期の5～6月と  
結実期の10～11月に含有率が高くなる傾向がみられた。  
しかし、他の養分については明らかな傾向はみられな  
かった。

その他のリターについては量的にも少なく月ごとに分  
析を行っていないために明らかなことはいえない。

次にリターフォールの養分含有率をプロット間で比較  
するために組成ごと元素ごとに年間の平均含有率を求  
め、1975年から1977年の平均値で表-3に示した。プロ  
ット間で養分含有率に差がみられるものは広葉リターの  
N・P・Ca・Mg、樹皮リターのN・P・Ca、花実リ  
ターおよびその他のN・P・Ca・Mgで、斜面下部ほど含  
有率が高く斜面上部ほど含有率が低くなっている。これ  
らの中で広葉リター・花実リターについては種組成の違  
いがリターフォールの養分含有率の違いに大きく影響し  
ているものと考えられる。

また、組成間で養分含有率を比較すると、N・Pは広  
葉・花実・その他のリターの含有率が高く、Caは樹皮  
・枝・広葉リターの含有率が高くなっている。

d) リターフォールによる養分還元量

リターフォールによる養分還元量を年度ごとに表-4  
に示した。1978年の還元量は表-3の平均養分含有率を  
用いて求めた。養分還元量の年変化を図-5に示した。  
Nの還元量は40～89kg/haで1975年から1978年にか  
けて徐々に減少する傾向がみられた。Pの還元量は1.7～  
4.3kg/haと全体に少なく年による変化も小さかった。  
Kの還元量は5.3～20.3kg/haと変動が大きく、1975  
年から1977年までは増加し、1978年には減少する傾向が  
みられた。Caの還元量は5元素の中で最も多く42～

Table 3 Mean concentration of nutrient elements of litter fall

	Leaf	Needle	Branch	Bark	Lower Seed	Other	(% oven dry)
P-1	N	1.69	—	0.52	1.25	1.34	1.78
	P	0.067	—	0.026	0.062	0.119	0.115
	K	0.33	—	0.12	0.14	0.37	0.32
	Ca	1.97	—	0.61	2.41	1.34	1.22
	Mg	0.44	—	0.11	0.20	0.27	0.29
P-2	N	1.55	—	1.23	1.81	1.71	1.71
	P	0.060	—	0.041	0.075	0.109	0.090
	K	0.39	—	0.10	0.11	0.66	0.32
	Ca	1.41	—	2.20	1.66	1.11	1.05
	Mg	0.55	—	0.16	0.19	0.25	0.34
P-3	N	1.26	0.75	0.55	1.18	1.62	1.89
	P	0.051	0.034	0.024	0.071	0.130	0.125
	K	0.29	0.15	0.08	0.14	0.33	0.24
	Ca	1.44	0.59	0.97	1.30	1.02	0.99
	Mg	0.46	0.20	0.16	0.20	0.30	0.30
P-4	N	0.91	0.67	0.49	0.68	0.87	0.97
	P	0.041	0.027	0.011	0.036	0.066	0.072
	K	0.25	0.09	0.06	0.08	0.43	0.17
	Ca	1.29	0.57	1.10	1.29	0.59	0.76
	Mg	0.30	0.12	0.12	0.17	0.15	0.13
P-5	N	1.12	0.56	0.49	0.42	0.92	0.69
	P	0.045	0.023	0.026	0.020	0.059	0.039
	K	0.18	0.07	0.05	0.05	0.18	0.06
	Ca	1.63	0.58	0.68	0.71	0.54	0.55
	Mg	0.31	0.11	0.09	0.10	0.13	0.10

Table 4 Amounts of nutrient elements of litter fall in a deciduous broad-leaved forest

Plot No.	Year	Nitrogen	Phosphorus	Potassium	Calcium	Magnesium
1	1975	82.53	2.82	11.47	95.60	14.55
	1976	76.94	4.33	16.27	111.95	23.87
	1977	75.72	3.46	19.80	59.40	19.52
	1978	65.91	3.25	13.74	74.25	16.22
2	1975	86.38	2.95	10.73	116.93	14.74
	1976	74.20	3.21	15.13	84.17	20.75
	1977	57.82	2.40	20.32	28.05	27.46
	1978	58.62	2.41	14.82	52.91	18.94
3	1975	88.76	2.91	12.30	98.48	18.83
	1976	58.32	3.50	19.16	102.71	28.27
	1977	70.58	3.13	14.28	41.84	26.25
	1978	42.30	1.84	9.33	46.33	14.50
4	1975	56.31	2.26	10.23	74.46	14.16
	1976	43.60	2.35	13.07	86.24	16.60
	1977	41.25	2.07	9.57	37.43	7.07
	1978	40.17	1.94	10.17	52.92	10.96
5	1975	50.96	1.91	6.41	60.44	9.86
	1976	42.50	2.02	8.15	67.13	12.23
	1977	54.66	2.81	5.36	59.28	11.40
	1978	39.37	1.70	5.79	51.49	9.53

Notes : kg/ha  
1975 (1975. Apr. 11--1976. Mar. 11) 1976 (1976. Apr. 13--1977. Mar. 29)  
1977 (1977. Mar. 30--1978. Mar. 28) 1978 (1978. Mar. 29--1978. Dec. 15)

112kg/ha で年変動もかなり大きく、1975・1976年に比  
べて1977・1978年が少なくなっている。Mgの還元量は  
7.0～28.3kg/haで1976・1977年が多く、1978年がや  
や少なくなっている。

このように養分還元量は多少、年によって異なるが雪  
害後の1978年にリターフォール量のように少なくなると  
いう傾向は明らかではなかった。

また、養分還元量のプロットによる違いを図-6に示  
した。これをみると、N・P・Kで斜面下部から斜面上  
部にかけて還元量が少なくなっている。また、Ca・Mg

についてもバラツキはあるが、斜面下部から斜面上部にかけて還元量が減少する傾向がみとめられた。これらの傾向は芦生の落葉広葉樹林の場合と同様の傾向であった。

### ま と め

島根大学三瓶演習林内の落葉広葉樹林において1975年から1978年までの4年間リターフォール量を測定した。同時に養分の分析を行い養分還元量を求めた。

1. リターフォールの季節変化は秋にピークを持つ落葉広葉樹林の季節変化を示した。大枝リターは4～5月および8月と冬期の積雪期に多く落下した。花実リターは開花・結実期に多くなる傾向を示した。
2. リターフォール量の年変化は全量で見ると、1975年から1977年にかけて増加し1978年には減少している。この傾向は落葉量についても同様であり、1978年1月の冠雪害がその後のリターフォール量に大きく影響した。しかし、リターフォールの減少率と雪害率の間には有意な相関はなかった。
3. リターフォールの養分含有率は広葉リターで最も明らかな季節変化を示し、N・P・Kは春から秋にかけて低下し、Ca・Mgは逆に上昇する傾向がみられた。また、花実リターは開花期の5～6月と結実期の10～11月にN・Pの含有率が高くなる傾向がみとめられた。
4. リターフォールによる養分還元量はリターフォール量にみられたような年変化は明らかではなかった。養分還元量はプロットによる差が大きく、斜面下部で多く斜面上部で少ない傾向がみとめられた。

### 引用文献

1. BRAY, J. R. and E. GORHAM : Adv. Ecol. Res. **2**, 101-157, 1964.
2. 片桐成夫・石井弘・三宅登・西垣真太郎：島根大農研報**10**, 105-111, 1976.

3. 河原輝彦：日林誌**53**(8), 231-238, 1971.
4. 河原輝彦・堤利夫：京大演報**42**, 96-102, 1971.
5. CARLISLE, A., A. H. F. BROWN and E. J. WHITE : J. Ecol. **54**, 65-85, 1966.
6. 上田晋之助・堤利夫：京大演報**51**, 84-95, 1979.
7. 片桐成夫・堤利夫：日林誌**55**(3), 83-90, 1973.

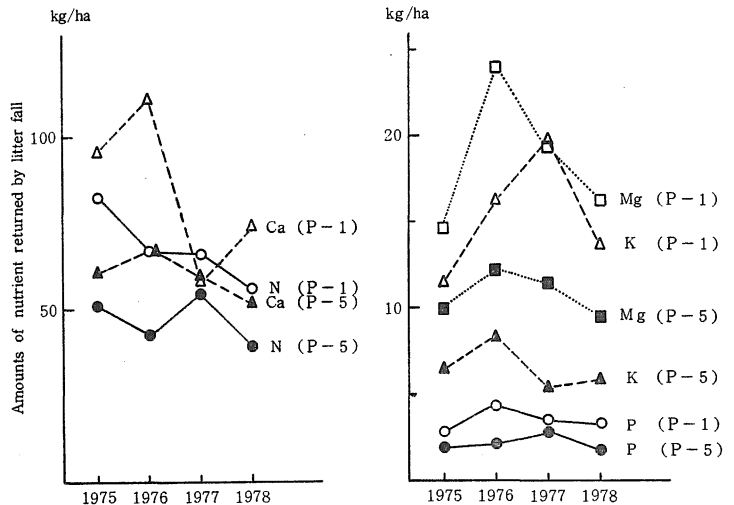


Fig. 5. Changes of annual amount of nutrients returned by litter fall.

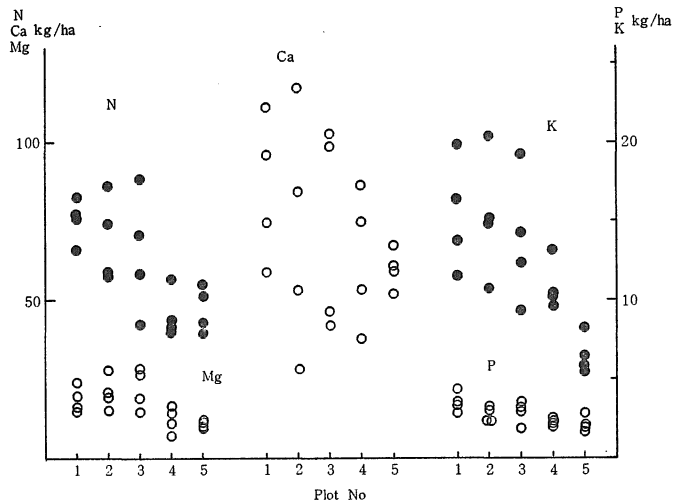


Fig. 6. Relation between annual amount of nutrients returned by litter fall and part of slope.

Summary

The amounts of litter fall were measured for four years from 1975 to 1978 in a deciduous broad-leaved forest at Sanbe Forest of Shimane University. The amounts of nutrient elements of litter fall were also measured.

1. Concerning to the seasonal variation of litter fall, it showed sharp peak in the fall as being characteristic of the deciduous broad-leaved forest. Branch litter fell much in April-May, August and winter of snow fall. Flower and seed litter was more in the flowering and fruiting time.
2. The annual amount of total litter fall increased from 1975 to 1977, and decreased to 1978. This tendency was same as for the leaf litter. The snow damage at January in 1978 was influence upon the amount of litter fall. However, the degree of snow damage was no relation to the decrease rate of litter fall.
3. The concentration of nutrient elements of leaf litter showed the clearest seasonal variation. The nitrogen, phosphorus and potassium concentration became lower from spring to autumn, but the calcium and magnesium concentration became higher. The nitrogen and phosphorus concentration of flower and seed litter became higher in May-June of flowering time and October-November of fruiting time.
4. The amounts of nutrients returned by litter fall did not change for four years as the amounts of litter fall. The amounts of nutrients were different among plots and were more at the lower part of slope than the upper part.

Appendix. Monthly amounts of litter fall in a deciduous broad-leaved forest

PLOT 1 ( lower part of slope )		Leaves	Needles	Branches	Barks	Flowers and Seeds	Others	Totals	
1975		Apr. 11--May 12	0.96	+	0.05	0.19	0.53	2.15	3.88
	May 13--Jun. 12	2.81	---	0.62	0.19	0.49	1.72	5.83	
	Jun. 13--Jul. 12	6.86	0.01	0.14	1.01	0.66	0.78	9.46	
	Jul. 13--Aug. 12	8.38	---	0.56	5.90	3.84	1.00	19.68	
	Aug. 13--Sep. 12	19.42	---	13.52	1.29	3.42	1.59	39.24	
	Sep. 13--Oct. 12	36.26	---	2.70	0.19	1.01	1.88	42.04	
	Oct. 13--Nov. 11	187.25	---	5.05	0.20	2.07	1.11	195.68	
	Nov. 12--Dec. 10	92.53	0.08	29.31	0.74	1.35	0.11	124.12	
	Dec. 11--Mar. 12	2.47	---	2.27	0.42	0.24	1.32	6.72	
1976		Mar. 13--Apr. 12	( no measurement )						
	Apr. 13--May 14	0.51	---	0.15	0.75	1.70	2.00	5.11	
	May 15--Jun. 11	2.97	---	4.34	1.16	2.08	1.85	12.40	
	Jun. 12--Jul. 12	6.58	---	2.29	0.28	1.07	0.70	10.92	
	Jul. 13--Aug. 8	11.48	---	0.21	0.65	10.68	2.57	25.59	
	Aug. 9--Sep. 15	45.56	0.05	13.00	1.41	31.25	6.92	98.19	
	Sep. 16--Oct. 11	61.51	---	4.97	0.17	28.52	1.14	96.31	
	Oct. 12--Nov. 11	195.83	0.03	5.10	0.76	7.47	3.98	213.17	
	Nov. 12--Dec. 11	31.80	0.04	4.45	4.01	0.77	0.20	41.27	
	Dec. 12--Mar. 29	1.11	0.05	26.28	( no classify )	8.46	35.90		
1977		Mar. 30--Apr. 30	0.19	---	0.71	( no classify )	1.79	2.69	
	May 1--May 31	1.94	+	1.81	( no classify )	3.18	6.93		
	Jun. 1--Jul. 2	6.30	---	0.47	( no classify )	4.61	11.38		
	Jul. 3--Jul. 31	7.21	---	220.11	( no classify )	6.77	234.09		
	Aug. 1--Aug. 30	14.57	---	1.72	( no classify )	5.81	22.10		
	Aug. 31--Sep. 29	42.92	---	1.14	( no classify )	4.09	48.15		
	Sep. 30--Oct. 31	123.47	---	8.08	( no classify )	6.60	138.15		
	Nov. 1--Nov. 30	141.99	0.56	2.42	( no classify )	3.52	148.49		
	Dec. 1--Dec. 16	14.02	+	0.91	( no classify )	2.77	17.70		
	Dec. 17--Mar. 28	2.73	0.02	80.13	3.77	0.19	6.23	93.07	
1978		Mar. 29--May 1	0.26	0.02	1.35	1.49	1.18	3.29	7.59
	May 2--May 31	2.23	+	0.50	0.12	4.36	0.73	7.94	
	Jun. 1--Jun. 29	4.55	0.05	0.03	0.19	0.64	2.52	7.98	
	Jun. 30--Jul. 31	5.64	---	0.71	0.11	5.14	1.94	13.54	
	Aug. 1--Aug. 31	10.08	---	0.33	0.24	5.39	1.44	17.48	
	Sep. 1--Oct. 2	36.59	+	4.32	0.22	9.55	0.63	51.31	
	Oct. 3--Oct. 31	122.86	---	1.04	0.13	50.05	0.50	174.58	
	Nov. 1--Nov. 30	119.07	0.08	4.05	0.47	7.70	0.27	131.64	
	Dec. 1--Dec. 15	2.80	0.04	0.09	0.09	1.42	0.07	4.51	

Notes : g/m<sup>2</sup> oven dry basis ; + less than 0.01

PLOT 2 ( middle part of slope )

Period	Leaves	Needles	Branches	Barks	Flowers and Seeds	Others	Totals
1975 Apr.11--May 12	1.31	0.01	81.30	0.90	0.39	3.33	87.24
May 13--Jun.12	3.66	---	1.15	0.02	0.64	3.09	8.56
Jun.13--Jul.12	3.55	---	0.26	0.12	0.30	1.11	5.34
Jul.13--Aug.12	4.12	+	0.32	1.18	1.70	4.97	12.29
Aug.13--Sep.12	17.36	---	20.35	0.12	7.76	2.56	48.15
Sep.13--Oct.12	41.31	---	0.19	0.19	2.71	1.41	45.81
Oct.13--Nov.11	127.69	---	2.01	0.29	0.58	0.81	131.38
Nov.12--Dec.10	105.04	0.18	6.26	0.16	0.22	0.09	111.95
Dec.11--Mar.12	4.73	0.07	72.28	2.30	0.48	1.06	80.92
1976 Mar.13--Apr.12	(		no measurement				)
Apr.13--May 14	0.69	---	53.95	2.29	2.00	2.58	61.51
May 15--Jun.11	2.39	---	1.15	0.38	3.30	1.90	9.12
Jun.12--Jul.12	3.71	---	1.46	0.26	1.56	0.92	7.91
Jul.13--Aug. 8	6.83	0.02	0.60	0.06	1.45	4.82	13.78
Aug. 9--Sep.15	27.98	0.32	10.37	1.17	2.85	12.48	55.17
Sep.16--Oct.11	41.42	0.02	2.72	0.49	0.53	1.95	47.13
Oct.12--Nov.11	229.36	0.17	3.98	0.42	4.08	6.91	244.92
Nov.12--Dec.11	37.10	0.11	13.18	0.27	0.52	0.43	51.61
Dec.12--Mar.29	1.80	0.03	24.17	( no classify )		3.49	29.49
1977 Mar.30--Apr.30	0.09	0.05	0.40	( no classify )		1.62	2.16
May 1--May 31	1.60	0.09	0.58	( no classify )		5.53	7.80
Jun. 1--Jul. 2	4.26	---	4.75	( no classify )		2.76	11.77
Jul. 3--Jul.31	5.12	---	0.11	( no classify )		8.61	13.84
Aug. 1--Aug.30	12.26	---	0.31	( no classify )		4.71	17.28
Aug.31--Sep.29	34.76	---	0.67	( no classify )		2.87	38.30
Sep.30--Oct.31	89.45	---	1.36	( no classify )		3.19	94.00
Nov. 1--Nov.30	141.33	0.54	3.82	( no classify )		4.93	150.62
Dec. 1--Dec.16	22.36	---	2.38	( no classify )		1.44	26.18
Dec.17--Mar.28	2.85	0.21	33.92	1.67	0.85	10.73	50.23
1978 Mar.29--May 1	0.96	0.05	3.33	0.20	0.67	0.58	5.79
May 2--May 31	3.48	---	2.22	0.19	2.93	2.71	11.53
Jun. 1--Jun.29	4.78	+	0.29	0.03	0.20	2.37	7.67
Jun.30--Jul.31	5.96	+	0.35	0.03	3.07	3.46	12.87
Aug. 1--Aug.31	7.16	---	0.31	0.05	12.37	3.40	23.29
Sep. 1--Oct. 2	28.50	---	1.10	0.37	3.99	1.93	35.89
Oct. 3--Oct.31	122.84	0.01	2.28	0.15	0.75	1.45	127.48
Nov. 1--Nov.30	139.91	0.36	4.65	0.23	2.38	0.66	148.19
Dec. 1--Dec.15	3.06	+	0.42	0.07	0.39	0.09	4.03

PLOT 3 ( middle part of slope )

Period	Leaves	Needles	Branches	Barks	Flowers and Seeds	Others	Totals
1975 Apr.11--May 12	2.00	0.43	2.48	0.52	0.12	6.65	12.20
May 13--Jun.12	6.37	0.06	4.02	0.36	1.53	4.07	16.41
Jun.13--Jul.12	6.65	0.03	8.92	0.12	2.17	1.35	19.24
Jul.13--Aug.12	4.53	+	0.95	0.26	0.97	2.81	9.52
Aug.13--Sep.12	17.49	0.16	35.96	0.63	0.64	2.62	57.50
Sep.13--Oct.12	16.38	+	1.04	0.03	0.10	1.34	18.89
Oct.13--Nov.11	182.60	0.02	6.57	0.37	1.61	1.34	192.51
Nov.12--Dec.10	180.04	1.87	56.18	0.23	0.52	0.46	239.30
Dec.11--Mar.12	2.19	0.23	14.59	1.48	0.31	1.10	19.90
1976 Mar.13--Apr.12	(		no measurement				)
Apr.13--May 14	2.58	0.28	1.09	0.55	8.31	9.16	21.97
May 15--Jun.11	3.85	0.05	0.59	0.28	2.31	3.18	10.26
Jun.12--Jul.12	10.83	0.02	0.88	0.54	3.49	2.53	18.29
Jul.13--Aug. 8	11.01	0.05	1.21	0.51	1.40	3.65	17.83
Aug. 9--Sep.15	31.61	1.62	24.71	4.08	2.67	4.12	68.81
Sep.16--Oct.11	66.25	0.01	3.26	0.17	0.72	0.87	71.28
Oct.12--Nov.11	319.80	1.47	14.62	0.75	5.05	1.35	343.04
Nov.12--Dec.11	52.41	0.90	12.94	0.31	0.37	0.53	67.46
Dec.12--Mar.29	0.71	0.51	40.61	( no classify )		3.66	45.49
1977 Mar.30--Apr.30	0.19	0.61	1.24	( no classify )		4.79	6.83
May 1--May 31	3.48	0.35	2.43	( no classify )		8.36	14.62
Jun. 1--Jul. 2	7.48	0.13	1.68	( no classify )		6.51	15.80
Jul. 3--Jul.31	8.71	0.05	0.62	( no classify )		8.68	18.06
Aug. 1--Aug.30	11.37	0.03	3.04	( no classify )		3.42	17.86
Aug.31--Sep.29	40.14	0.02	3.09	( no classify )		2.47	45.72
Sep.30--Oct.31	142.55	0.05	13.36	( no classify )		4.96	160.92
Nov. 1--Nov.30	205.44	3.09	5.61	( no classify )		2.63	216.77
Dec. 1--Dec.16	32.96	0.23	1.36	( no classify )		1.44	35.99
Dec.17--Mar.28	2.92	5.42	41.27	6.25	0.19	3.05	59.10
1978 Mar.29--May 1	0.55	0.20	0.38	0.23	1.16	1.18	3.70
May 2--May 31	3.10	0.21	0.85	0.19	1.92	4.08	10.35
Jun. 1--Jun.29	2.90	2.65	5.06	0.33	0.66	1.73	13.33
Jun.30--Jul.31	2.19	1.02	0.62	0.10	1.01	1.79	6.73
Aug. 1--Aug.31	5.34	0.40	0.04	0.21	0.47	1.32	7.78
Sep. 1--Oct. 2	19.03	0.42	6.01	0.56	0.55	0.85	27.42
Oct. 3--Oct.31	112.38	0.76	0.43	0.44	0.27	2.01	116.29
Nov. 1--Nov.30	138.55	3.86	0.55	0.39	1.43	0.47	145.25
Dec. 1--Dec.15	7.22	0.16	0.09	0.06	0.26	0.07	7.86



PLOT 4 ( upper part of slope )

Period	Leaves	Needles	Branches	Barks	Flowers and Seeds	Others	Totals
1975 Apr.11--May 12	1.13	2.87	9.46	2.00	0.12	3.07	18.65
May 13--Jun.12	3.61	3.09	11.51	1.82	4.72	6.81	31.56
Jun.13--Jul.12	1.28	1.91	1.60	0.19	0.71	0.92	6.61
Jul.13--Aug.12	2.19	2.32	6.23	0.45	0.66	1.65	13.50
Aug.13--Sep.12	8.36	3.15	14.72	1.86	1.55	1.14	30.78
Sep.13--Oct.12	5.27	3.24	2.41	1.41	6.85	0.91	20.09
Oct.13--Nov.11	69.71	27.24	10.40	0.90	50.88	0.70	159.83
Nov.12--Dec.10	186.35	45.75	37.15	2.33	0.91	0.28	272.77
Dec.11--Mar.12	0.60	2.39	4.78	2.92	0.14	0.48	11.31
1976 Mar.13--Apr.12	( no measurement )						
Apr.13--May 14	1.00	2.96	9.56	4.11	0.23	5.26	23.12
May 15--Jun.11	2.99	2.64	6.96	0.66	7.77	4.46	25.48
Jun.12--Jul.12	1.24	1.96	1.33	0.73	0.92	0.88	7.06
Jul.13--Aug. 8	2.45	4.40	4.06	1.70	0.78	1.27	14.66
Aug. 9--Sep.15	17.49	13.28	271.51	7.58	2.04	1.72	313.62
Sep.16--Oct.11	13.83	3.55	1.98	0.83	4.12	0.72	25.03
Oct.12--Nov.11	179.77	59.29	14.19	2.26	5.99	1.10	262.60
Nov.12--Dec.11	58.76	15.55	7.22	1.39	0.10	0.36	83.38
Dec.12--Mar.29	1.55	0.75	2.12	( no classify )		2.98	7.40
1977 Mar.30--Apr.30	0.57	2.23	4.98	( no classify )		2.91	10.69
May 1--May 31	2.12	5.41	6.48	( no classify )		12.27	26.28
Jun. 1--Jul. 2	1.31	4.34	1.54	( no classify )		5.82	13.01
Jul. 3--Jul.31	2.32	2.58	0.71	( no classify )		2.57	8.18
Aug. 1--Aug.30	4.18	4.86	0.64	( no classify )		3.18	12.86
Aug.31--Sep.29	8.43	4.53	0.73	( no classify )		4.94	18.63
Sep.30--Oct.31	35.27	17.77	2.65	( no classify )		6.50	62.19
Nov. 1--Nov.30	179.32	66.25	10.78	( no classify )		3.16	259.51
Dec. 1--Dec.16	46.63	5.82	2.57	( no classify )		0.32	55.34
Dec.17--Mar.28	1.09	6.12	60.88	7.11	3.64	0.69	79.53
1978 Mar.29--May 1	0.45	3.15	4.31	1.32	3.52	0.72	13.47
May 2--May 31	1.67	5.86	4.86	0.41	2.20	7.30	22.30
Jun. 1--Jun.29	2.20	5.23	3.67	2.21	2.16	1.87	17.34
Jun.30--Jul.31	3.41	5.14	0.88	0.37	0.47	1.92	12.19
Aug. 1--Aug.31	3.59	6.66	4.02	1.95	1.65	1.37	19.24
Sep. 1--Oct. 2	6.80	2.84	42.80	0.96	4.42	0.89	58.71
Oct. 3--Oct.31	38.31	16.39	6.67	0.93	27.08	0.67	90.05
Nov. 1--Nov.30	196.75	49.80	13.56	0.14	5.10	0.84	266.19
Dec. 1--Dec.15	5.33	1.21	0.78	0.71	0.03	0.19	8.25

PLOT 5 ( ridge top of slope )

Period	Leaves	Needles	Branches	Barks	Flowers and Seeds	Others	Totals
1975 Apr.11--May 12	0.78	2.53	2.31	5.21	1.29	1.96	14.08
May 13--Jun.12	3.38	4.43	18.73	5.18	12.54	3.85	48.11
Jun.13--Jul.12	0.92	4.07	0.48	2.30	0.84	0.98	9.59
Jul.13--Aug.12	1.61	3.26	0.62	1.39	0.25	0.96	8.09
Aug.13--Sep.12	6.78	6.35	47.68	1.27	0.23	1.67	63.98
Sep.13--Oct.12	4.30	5.13	4.27	1.28	0.73	0.77	16.48
Oct.13--Nov.11	44.65	63.29	11.59	1.83	7.47	0.77	129.60
Nov.12--Dec.10	112.05	110.22	3.26	0.50	0.07	0.15	226.25
Dec.11--Mar.12	1.57	10.88	13.50	11.18	0.30	0.74	38.17
1976 Mar.13--Apr.12	( no measurement )						
Apr.13--May 14	1.43	3.89	5.83	3.74	2.41		26.99
May 15--Jun.11	2.15	3.80	2.64	3.10	15.74	3.40	30.83
Jun.12--Jul.12	1.20	4.03	1.10	5.03	1.25	1.41	14.02
Jul.13--Aug. 8	3.76	6.26	24.44	4.45	3.51	1.72	44.14
Aug. 9--Sep.15	10.95	10.80	90.62	14.40	10.68	2.17	139.62
Sep.16--Oct.11	10.76	7.08	1.30	1.07	0.44	1.21	21.86
Oct.12--Nov.11	96.16	118.08	25.03	6.96	1.87	0.79	248.89
Nov.12--Dec.11	60.53	56.90	10.72	2.02	0.16	2.15	132.48
Dec.12--Mar.29	0.79	4.70	14.73	( no classify )		12.53	32.75
1977 Mar.30--Apr.30	0.28	3.16	47.78	( no classify )		5.97	57.19
May 1--May 31	2.00	5.33	23.44	( no classify )		13.79	44.56
Jun. 1--Jul. 2	1.94	5.13	0.99	( no classify )		11.74	19.80
Jul. 3--Jul.31	1.42	5.35	0.36	( no classify )		3.06	10.19
Aug. 1--Aug.30	2.71	6.12	0.08	( no classify )		3.06	11.97
Aug.31--Sep.29	6.23	12.93	0.53	( no classify )		3.44	23.13
Sep.30--Oct.31	20.62	37.53	2.22	( no classify )		2.06	62.43
Nov. 1--Nov.30	111.45	165.40	1.96	( no classify )		8.32	287.13
Dec. 1--Dec.16	44.40	18.63	2.53	( no classify )		2.84	68.40
Dec.17--Mar.28	2.29	31.62	201.48	18.52	21.24	4.11	279.26
1978 Mar.29--May 1	0.22	2.70	4.45	4.29	0.26	0.68	12.60
May 2--May 31	6.10	8.26	2.91	4.29	2.33	4.01	27.90
Jun. 1--Jun.29	3.44	7.94	14.98	9.03	4.83	2.38	42.60
Jun.30--Jul.31	2.29	6.69	0.47	3.48	0.35	1.87	15.15
Aug. 1--Aug.31	3.21	6.59	3.54	2.65	2.36	1.12	19.47
Sep. 1--Oct. 2	8.64	8.26	6.43	2.54	0.99	0.68	27.54
Oct. 3--Oct.31	21.78	34.70	4.87	3.45	0.18	0.74	65.72
Nov. 1--Nov.30	159.44	99.96	8.52	0.77	0.22	0.45	269.36
Dec. 1--Dec.15	3.75	7.83	0.17	1.02	2.86	0.12	15.75