

# 歴史としての森林影響研究

野口陽一著

水文地形について論じる場合、森林のあるなしは水循環と地形の相互作用に決定的な違いをもたらす。一般に環境は構成要素の多様性、関連性、空間性、時間性によって理解することができるが、水文地形における水循環の場の多様性は植生のみでなく、地形、地質、土壌の構成する場の条件と気象条件の多様性によって生み出される。森林の存在により水文地形的変化は長期的には、水循環－地形変化－気候変化の関連性として理解することができる。

流域の水循環に対する森林の効果に対する科学的研究は100年以上さかのぼることができる。現在までに多くの先人による積み重ねがあり、森林影響に対して一定の蓄積が存在する。我々は緑のダム論争を始めとする森林の機能に関する議論を行う時に、先立つ業績を尊重しなければならない。

この講義では野口陽一先生が水利科学に纏めた”歴史としての森林影響研究 I ～ V”に基づき、森林水文学の歴史を振り返る。

科学的な森林影響研究は19世紀にヨーロッパで始まった。その背景には徹底的な森林破壊の歴史があるのではないか。

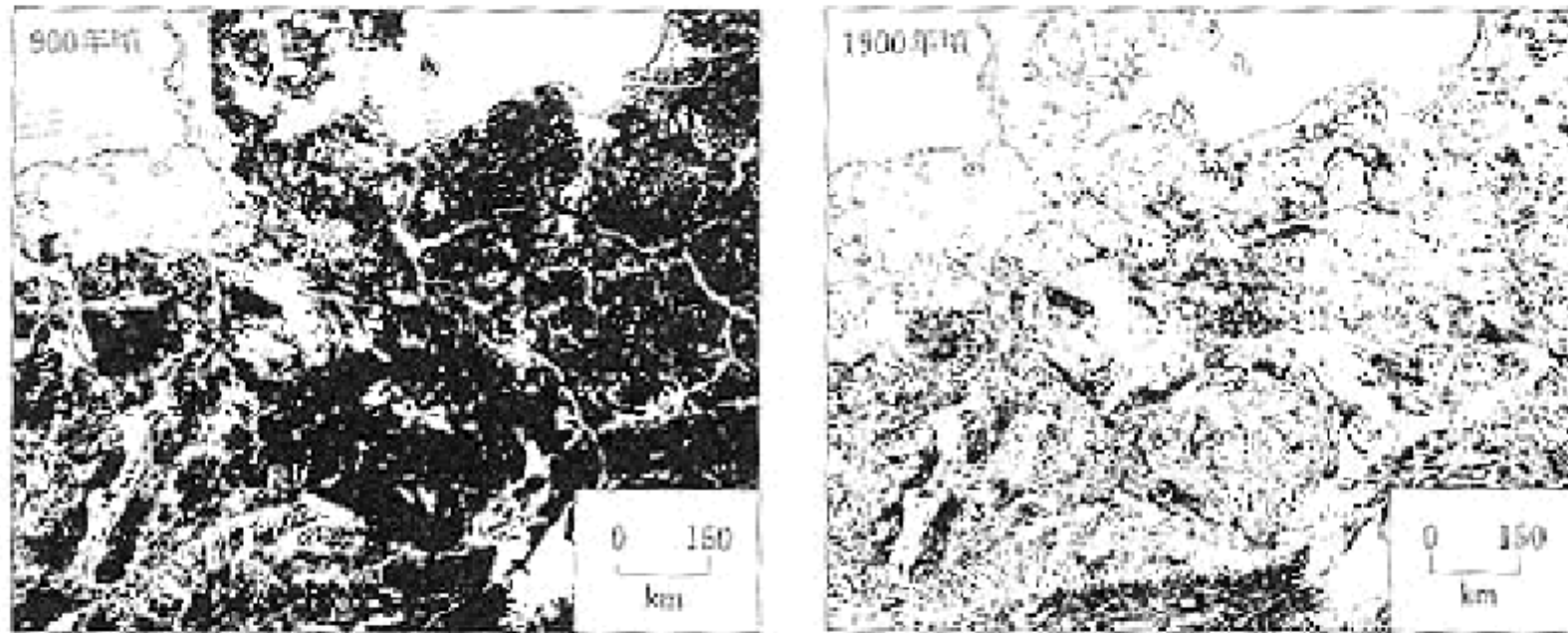
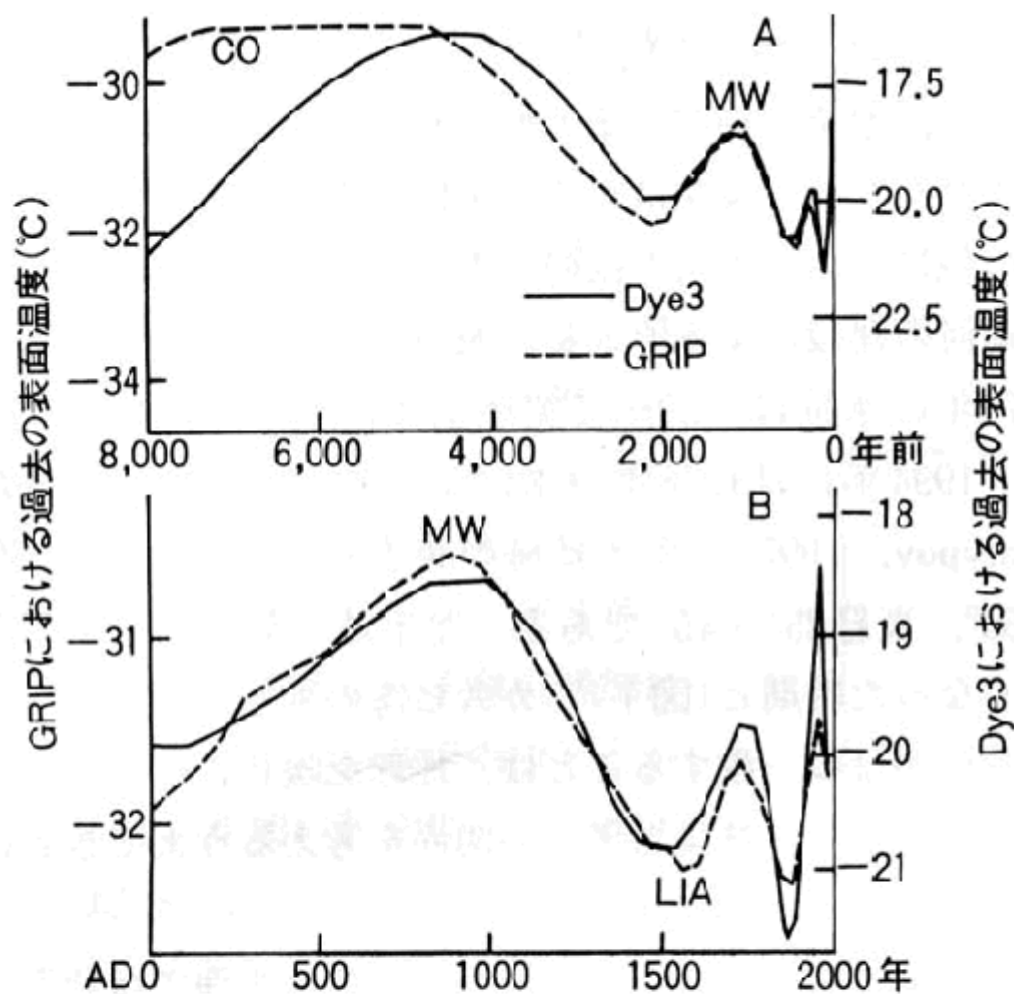


図 2 ヨーロッパの900年頃の森の分布（左）と1900年頃の森の分布（右）(Darby, 1956)

Draby(1956)によるヨーロッパの森林変遷図。アルプス以北の北西ヨーロッパは深いヨーロッパブナやナラの森林に覆われていたが、中世温暖期の12世紀以降の開墾以降、森は急速に失われていった。

森林は物の怪の棲む忌むべき場所であった・・・赤ずきんちゃん



Dahl-Jensenら(1998)による

図10 グリーンランド氷床コアから直接復元した過去8,000年の気温変化

後氷期の温暖化は約5000年前がピークであり、ヒプシサーマルの時代を迎えた。

この時、サハラ砂漠は緑で覆われ、日本では縄文文化が花開いた。世界の古代文明が栄えたのもこの頃である。

約1000年前の中世温暖期にはヨーロッパで封建社会が成立し、500年前頃の小氷期の時代はペストの流行や魔女狩りが行われた時代であった。

## 森林影響研究の発展の要因

-科学的な森林影響評価の研究は19世紀が始まり-

1)ヨーロッパにおける保安林の近代的制度化が、19世紀の間に行われた

- ・学術の進歩
- ・制度化が森林影響に対する科学的知識の必要性を生んだ

2) 19世紀ヨーロッパの科学技術の潮流が当時の林学分野に影響を及ぼした

- ・19世紀が「近代科学としての森林影響研究」の発足の時期であった。
- ・測定値に基づく研究

当時の報告に情報を求めると森林そのものに関する記述が往々にして簡素化されている。

- ・有林地、無林地

これは学問の発達段階の初期に見られる現象ではないか  
結論のみを急ぐジャーナリスティックな社会の要求

研究対象の森林は、変化に富むものであり、影響の現れ方が一様ではない  
・諸条件の違いを無視し、あるいは条件を捨象した形で述べられる文脈の限りでは全く反対のことが記述されることすらある

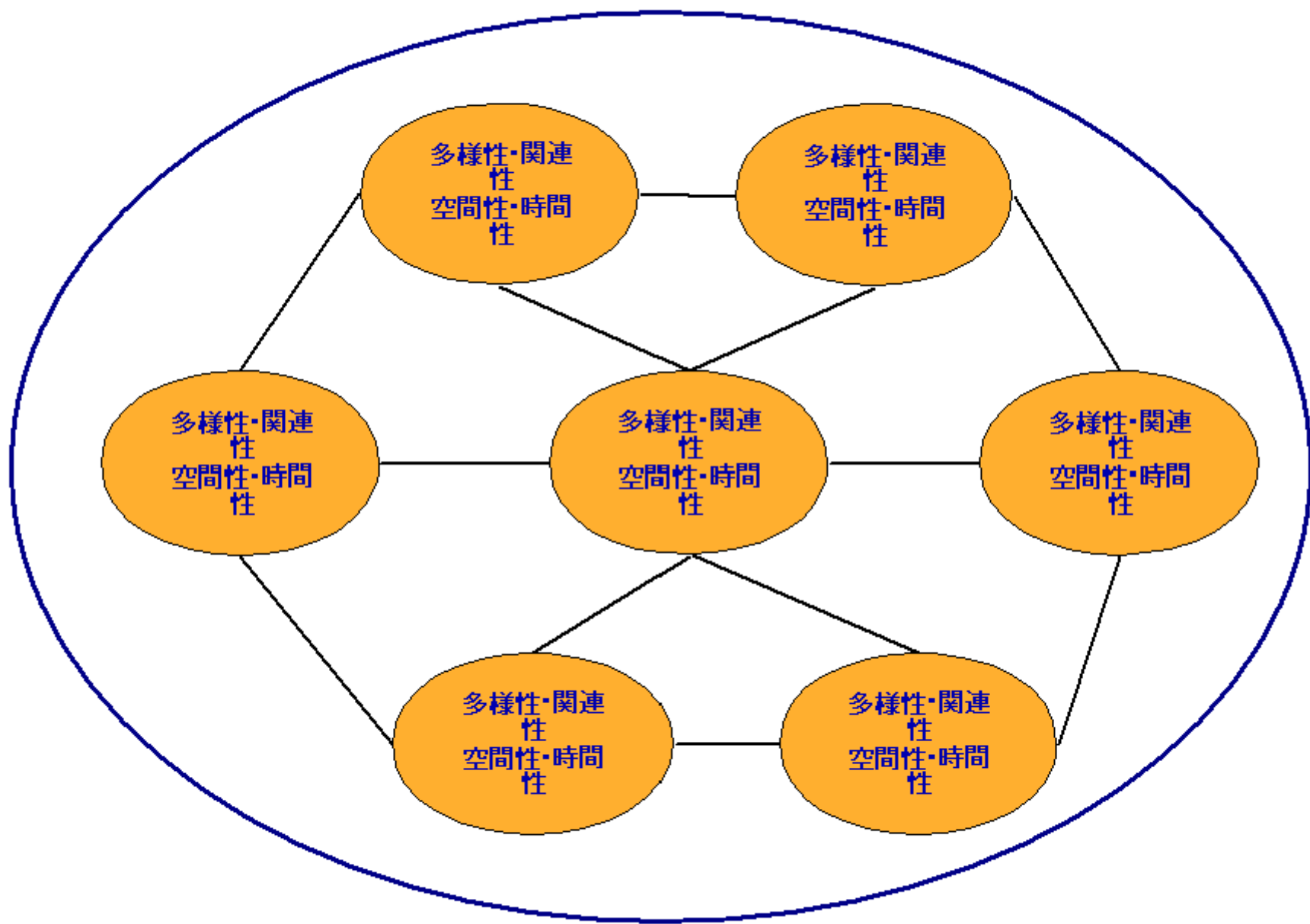
例) 広葉樹は水を消費する<>広葉樹は水を育む

・これが森林影響問題における意見の食い違いの原因ともなっている

では、どのように考えれば良いか

## 環境の捉え方

- |                   |       |        |
|-------------------|-------|--------|
| ・様々な要素からなる        | (多様性) |        |
| ・要素間に関連性がある       | (関連性) | 人間との関連 |
| ・空間的に分布している       | (空間性) |        |
| ・歴史を持つ            | (時間性) |        |
| ・認識の仕方において階層性を有する | (階層性) |        |



## 森林影響評価の一般化は可能だろうか

- ・多様性への挑戦

## 5つの～性で森林を捉えるセンスがあれば可能

- ・多様性
- ・関連性
- ・空間性
- ・歴史性
- ・階層性

以下では、森林流域試験において得られた結果がどうであったかということを再確認するに留まらず、その影響の原因となった森林とその条件因子はどういう状態であったかを見直す。

時期的に「新しい」研究が必ずしも常に優れているとは限らない。

- ・野外科学は、先人の残したものを積み重ねて行かなければならない
- ・地球科学における論文の書き方

- 第1話 19世紀中葉における森林影響に対する諸家の関心
- 第2話 エーベルマイヤーによる森林測候所の設置とその報告
- 第3話 スイスのエムメンタール森林流域試験(その1)－エングララーの報告－
- 第4話 東京大林区署管内の流域試験について
- 第5話 我が国の森林測候所の業績から
- 第6話 ワゴンホイールギャップの森林流域試験
- 第7話 スイスのエムメンタール森林流域試験(その2)－ブルガーの報告とその後－
- 第8話 「有林地」と「無林地」－流域の状態を表す用語としての問題点－
- 第9話 東京大学愛知演習林における流出量測定結果についての桜井報告
- 第10話 竜の口山水源涵養試験の第1回報告および第2回報告から
- 第11話 カウイータNo.17流域における皆伐・不搬出方式流域試験－フーバーの報告から－
- 第12話 カッパー流域における植生剥奪後の小気候
- 第13話 キトリッジの著書“Forest Influences”への問いかけ
- 第14話 「個別因子測定値の総合による法」の2例
- 第15話 アンダーソンとトロビッツの報告に関連して
- 第16話 カウイータNo.3流域の試験と、その背景としての土壌保全運動



## 第1話 19世紀中葉における森林影響に対する諸家の関心

### ■H.Cotta(1763-1844)ドイツ林学の創始者

「森林には防風・防暑・防砂・防頬雪という防護的作用があること、および気候緩和の効果があること」を認め、これを考慮して森林経営を行うべきと述べた。

国有林の経営では「森林はいかなる影響を社会に与えるか、いかなる方法で森林のもたらす福祉的作用を取り入れて、国民の利益に供するかが問題」

経済的効能だけではない

### ■1830年、フンデスハーゲンによる落葉採取の影響に関する研究

### ■1841年、シュレルによる「高地アルプス地方における野溪の研究」

荒廃の激しい溪流の安定化、雪崩研究

### ■自然地理学者アレキサンダー・フンボルト(A.von Humbolt,1849)

「森林を破壊することが結局、人間自身が木材にも水にも困るようになるのを意味することに気が付かないで、林被を剥奪していることは何とも愚かなことよ」

## ■フランス人ベクレルの1853年以降の研究課題(出版された多数の報告書から)

- 1) 風に対する遮蔽物として、また雨水の蒸発を遅らせるものとして、森林はどのような影響を及ぼすか、
- 2) 森林は根から水を吸収して、葉から蒸散させるが、そのことが森林付近の大気の湿度にどのような影響を及ぼすか、
- 3) 森林は一地方の気温にどのような影響を及ぼすか、
- 4) 森林は降水量およびその年間分布にどのような影響を及ぼすか、また河川の流量や湧泉量を調節する機能はどうか、
- 5) 森林が山地斜面の保全に寄与する機構はどのようなものか、
- 6) 森林は公衆の保健にどのように寄与するか、

当時、ヨーロッパの諸河川の水位低下が、森林荒廃に基づくものか、または森林の消長と無関係なのか、について種々の意見があった。

→より正確な(量水堰による継続的な)流量測定が必要であるという考え方を促すことになった。

## 第2話 エーベルマイヤーによる森林測候所の設置とその報告

### バイエルンでエーベルマイヤーによる森林測候所の設置

『大気及び土壤に及ぼす森林の物理的影響とその気候学的並びに衛生学的意義』の序文(1873)

「一国の安寧とその国民の福祉・厚生はある程度までは、その国に森林がどれだけ多くあるかということに依存している。森林というものは、決して単に用材や燃材の備蓄としてのみ考えられるのではなく、気候や陸水を調節するものとして、すなわち、一方では①水害を防止し、他方では②水源の枯渇を予防するという影響を持つことによって、我々に有益な作用を及ぼしていると考えられているのである。．．．したがって、この極めて重要な国民経済的問題を解決することこそが、切に期待されているところである」

この森林測候所では対偶観測所により森林影響の抽出が行われた

- ・林外と林内の一対の観測所
- ・「科学的」な手法

第1表 バイエルのヨハネスクロイツにおける地温の季節平均値に現れた森林影響 (エーベルマイヤー (12) の付表IIによる)

測定位置		季節			
		春 (3, 4, 5月)	夏 (6, 7, 8月)	秋 (9,10,11月)	冬 (12, 1, 2月)
地表	林外 (im Freien)	7.86°C	15.68°C	6.91°C	2.43°C
	林内 <sup>1)</sup> (im Walde)	6.34	11.67	6.80	2.70
	差 <sup>2)</sup>	-1.52	-4.01	-0.11	+0.27
地表下 2 Fuss (約58.4cm)	林外 (im Freien)	6.35	15.15	8.91	3.56
	林内 <sup>1)</sup> (im Walde)	4.91	9.75	7.50	3.69
	差 <sup>2)</sup>	-1.44	-4.40	-1.41	+0.13

(注) 1) ここで林内とは60年生のブナの林分内のもの。  
2) 差のマイナスは林内地温が低いことを意味する。

第2表 バイエルのゼーハウプトにおける気温の季節平均値に現れた森林影響 (エーベルマイヤー (12) の付表VIbによる)

測定位置		季節			
		春 (3, 4, 5月)	夏 (6, 7, 8月)	秋 (9,10,11月)	冬 (12, 1, 2月)
地表上 5 Fuss (約146cm)	林外 (im Freien)	7.83°C	15.07°C	7.37°C	2.29°C
	林内 <sup>1)</sup> (im Walde)	6.18	12.73	6.41	1.70
	差 <sup>2)</sup>	-1.65	-2.34	-0.96	-0.59

(注) 1) ここで林内とは40年生のドイツトウヒの林分内のもの。  
2) 差のマイナスは林内気温が低いことを意味する。

表1, 2

これは森林の影響を表していると言えるだろうか？

・森林の存在によって土壌が変わり、水循環も変わる

・林冠における変化は？

科学はスパイラル状に発達する

表3

第3表 バイエルン各観測所における林内外の年降水量および年蒸発量に現われた森林影響<sup>1)</sup>

観測所名	樹種	林齢	年降水量			林内雨の 対林外 百分率	差の 対林外 百分率	年蒸発量			林内蒸 発量の 対林外 百分率
			林外	林内	差			林外	林内	差	
Altenfurth	マツ	36~46	mm 689	mm 463	mm 226	% 67	% 33	mm 436	mm 194	mm 242	% 44
Ebrach	ブナ	50~60	678	524	154	77	23	512	233	279	46
Rohrbrunn	ブナ ミズナラ	60~70 200	1,040	894	146	86	14	562	228	334	40
Johanneskreuz	ブナ	60~70	899	721	178	80	20	472	237	235	50
Seehaupt	ドイツ トウヒ	40~50	1,241	947	294	76	24	547	215	332	39

(注) 1) 園部一郎(13)p. 72 および p. 74 に基づいて作製(1868~91ないし1882~79の10年間平均値)。樹種名はエーベルマイヤー(12)によった。

林内、林外とは？

・森林が存在すれば、それによって水循環過程も変化する

エーベルマイヤー自身に意図はあったはずであるが、バイエルンでは流水調節機能まで検証するデータは取られなかった

・量水試験の必要性

森林の気候に対する影響研究が行われた理由(菌部,1940)

- ・気候を改良する森林の効果が過信
- ・気候上の影響の研究から理水上の影響評価

→これは甚だ迂遠である

蒸発散量の測定が困難... さらに半世紀待つ必要

そして、**量水試験の必要性**が高まった

→日本やアメリカに大きな影響

# 第3話 スイスのエンメンタール森林流域試験(その1)－エングラ－の報告－

第4表 エムメンタール森林流域試験地の流域条件と水文量<sup>1)</sup>

流域名	Sperbelgraben				Rappengraben					
面積と植被状態	55.8 ha (97%が林地) (主林木:モミ, ドイツトウヒ, プナ, 点在又は下木の広葉樹あり)				69.7 ha (約2/3が放牧地, 農地), (約1/3が林地, 主林木:モミ, ドイツトウヒ) <sup>6)</sup>					
平均傾斜 (勾配表示)	主溪 20%	左岸山腹 (北西向き) 46%	右岸山腹 (南東向き) 51%		主溪 17%	左岸山腹 (北西向き) 43%	右岸山腹 (南・南西向き) 49%			
標高範囲	912m ~ 1,204m				983m ~ 1,261m					
水文項目	降水量	流出量	消失量	流出率	降水量 <sup>6)</sup>	流出量	消失量	流出率	流出率の差	
1903~1915 (13年平均)	夏半年 (実測) <sup>2)</sup>	1,096	598	498	55	1,143	647	496	57	2
	冬半年 (流出量は推定値) <sup>3)</sup>	493	345	148	70	514	379	135	74	4
	水年 <sup>4)</sup>	1,589	943	646	59	1,657	1,026	631	62	3

- (注) 1) エングラー(18)に基づき作製。  
 2) 夏半年は4月16日~11月30日。  
 3) 冬半年は12月1日~翌年4月15日。  
 1914年までの冬期は凍結のため欠測多し, 1915/16水年および1916/17水年の冬期の実測値に基づく流出率を全期間平均冬期降水量に乗じて求めた計算値を流出量として掲げてある。  
 4) 水年: 4月16日~翌年4月15日。流出量に冬期間の推定部分を含む。  
 5) 林地部分の面積百分率は1899年に30.9%, 1915年には35.1%。ほぼ溪流沿いに分布。  
 6) Rappengraben の降水量はエングラ－自身の考えにより, 当流域の観測値を用いず, Sperbelgraben の降水量に1.043を乗じたもの。

1894年頃、スイスのエンメンタールに二つの試験流域が設定された

・流出量に対する森林の影響の研究

スperlベルグラ－ベン

・森林面積率が大きい

ラッペングラ－ベン

・森林面積率が小さい

## エングラーの報告書「陸水の状態に及ぼす森林の影響に関する研究」(1919)

- ・1903～1917年の測定値に基づいたもの
- ・実際に流量を測定し、流量に影響を及ぼす諸条件の全体にわたり、一貫して研究したのはこの試験が最初とって良い(平田徳太郎,1934)

実際には、冬期間の凍結などのため欠測が多かった

→こういう野外調査の苦労は今でも同様。野外科学が進歩するためには、苦労も積極的にアピールしていく必要があるのではないだろうか

そのため、表2の水収支は推定値を含む。さらに、ラッペングラーベンには湧水があるので、年流出率の差3%のうち、2.5%は補正值として差し引かねばならないと考えた。その結果、エングラーが出した結論は、

「われわれの試験流域の気候条件の下では、全部有林の流域、および一部有林であるかまたは全然無林の流域における流出率は、平均において同一である。そしてまた、わがプレアルプス地域内の同一気候、同一土壌の条件下では、森林内と空開地とにおいては、平均的にいってほぼ等しい水量が年間に流出する。したがって、森林内でも空開地でも、極めて大まかにいって、ほぼ等しい量の水が蒸発散する」

注) 我々は自然を決定論的に理解できるに至っていない。結論を客観的に見ること。



第4表 エムメンタール森林流域試験地の流域条件と水文量<sup>1)</sup>

流域名		Sperbelgraben				Rappengraben					
面積と植被状態		55.8 ha (97%が林地) (主林木: モミ, ドイツトウヒ, プナ, 点在又は下木の広葉樹あり)				69.7 ha (約2/3が放牧地, 農地), (約1/3が林地, 主林木: モミ, ドイツトウヒ) <sup>6)</sup>					
平均傾斜 (勾配表示)		主溪 20%	左岸山腹 (北西向き) 46%	右岸山腹 (南東向き) 51%	主溪 17%	左岸山腹 (北西向き) 43%	右岸山腹 (南・南西向き) 49%				
標高範囲		912m ~ 1,204m				983m ~ 1,261m					
水文項目		降水量	流出量	消失量	流出率	降水量 <sup>5)</sup>	流出量	消失量	流出率	流出率の差	
1903~1915 (13年平均)	夏半年 (実測) <sup>2)</sup>	mm 1,096	mm 598	mm 498	% 55	mm 1,143	mm 647	mm 496	% 57	% 2	
	冬半年 (流出量は推定値) <sup>3)</sup>		493	345	148	70	514	379	135	74	4
	水年 <sup>4)</sup>	1,589	943	646	59	1,657	1,026	631	62	3	

- (注) 1) エングラー(18)に基づき作製。  
 2) 夏半年は4月16日~11月30日。  
 3) 冬半年は12月1日~翌年4月15日。  
 1914年までの冬期は凍結のため欠測多し、1915/16水年および1916/17水年の冬期の実測値に基づく流出率を全期間平均冬期降水量に乗じて求めた計算値を流出量として掲げてある。  
 4) 水年: 4月16日~翌年4月15日。流出量に冬期間の推定部分を含む。  
 5) 林地部分の面積百分率は1899年に30.9%、1915年には35.1%。ほぼ溪流沿いに分布。  
 6) Rappengrabenの降水量はエングラー自身の考えにより、当流域の観測値を用いず、Sperbelgrabenの降水量に1.043を乗じたもの。

森林の多い流域の消失量が若干多く、年流出率は若干少ないように見える

なぜ、エングラーは先の結論に至ったのか？

①有林、無林の条件を満たしていたか

・他の条件が同一で、森林の存否だけが異なる流域  
→到底ありえない

現在では、植生状態が異なる2流域の年流出率が全く同等と言えないことは明らか

(エングラーの批判ではないことに注意)

第5表 エムメンター試験地の消失量の分割を含む水収支表  
 (括弧内は百分率, 下の2行は補正後のもの)<sup>1)</sup>

水文要素		年降水量	年流出量	年 遮 断 量	年蒸散量	年 地 面 蒸 発 量
流域等の区別		$P$	$= RO$	$+ I$	$+ T$	$+ E$
スベルベルグラールベン (対降水量百分率)		1,589mm (100%)	943 (59.3)	230 (14.5)	300 (18.9)	116 (7.3)
ラッペングラールベン (対降水量百分率)		1,657mm (100%)	1,026 (61.9)	195 (11.8)	134 (8.1)	302 (18.2)
補正後の 百分率	林 内 <sup>2)</sup>	(100%)	(60)	(15)	(20)	(5)
	空 開 地 <sup>3)</sup>	(100%)	(60)	(10)	(6)	(24)

(注) 1) エングラー(18)に基づき作製。  
 2) im Wald } 流域名ではなく、このように表示も変えられた(理由は不詳)。  
 3) im Freiland }

注) 流出率は小さい差を論じるには適さない  
 ので、現在ではあまり用いられてはいない

年流出率の補正に伴って、年消失量の配分を示す各要素の百分率も修正

- ・確かにスベルベルグラールベンでは年蒸散量が多い
- ・ラッペングラールベンでは地面蒸発量が多い
- ・結果として同程度の消失量

(コメント) 水が十分あれば蒸発散量はエネルギー条件によって決まる

## 平田の解釈(1929,1930)

「地質・地形・気候が同一ならば、人為などによって、現時点では植物相が少し異なっているとしても、二次的な条件(植生の差に基づく気温や湿度)がある程度変化した後では、両流域には**水文学的平衡**が保たれるに至る。そして消失量、したがって流出率も同一になる」

→極めて難解である。観測事実の解釈に対する歴史的史料。

## 私の解釈

・水が十分ある状態では、蒸発散量はエネルギー条件によって決まる

## エングラーの報告で忘れてはならない記述

- ・豪雨の場合の森林が流出に及ぼす影響について、明らかに両流域の差を検出

「豪雨降水中の流量の変化は、降水強度の変化と対応する。ラッペングラーベンの流量変化は、スペルベルグラーベンよりも一層鋭敏で、同一の降水強度変化に対して、スペルベルグラーベンの方がラッペングラーベンよりも流量変化は遅く現れる」

「豪雨の際の流出の歩合は、有林流域では無林流域よりも常に小さい」

→これらの記述は現在でも研究や議論の対象となっている

森林は確かに、治水ダムの効果を持つ。ただし、未曾有の大雨の場合にはダム効果にも限界がある。森林の機能に対して、白黒の決着を付けたがるのは、あまりにも科学的思考とは遠すぎる。

## 第4話 東京大林区署管内の流域試験について

我が国からヨーロッパに留学していた白沢保美は、エンメンタールを見学し、帰国後日本でもこの種の試験を行うべきであると山林局へ具申

明治39年(1906) 太田・笠間 常陸太田の試験林は現在もある

明治40年(1907) 足尾

目的は下記のようなものだった(1914年の報告書の冒頭)

- ・「有林地ト無林地トノ雨水貯留量ノ比較」
- ・「森林ノ水源涵養上ニ於ケル効果ヲ調査シ進テ森林樹種別林齡並季節別等ニ就キ之カ比較研究ヲ遂クルヲ以テ目的トス」

第6表 東京大林区署管内太田試験地（3地区）の年流出率<sup>1)</sup>

流域名	幼 齢 林 区		針 葉 樹 林 区		広 葉 樹 林 区		
面積と 植被状態 <sup>2)</sup>	21.1ha 大部分スギ・ヒノ キ, 樹高約1.5m, 一部にスギの老木 あり		36.6ha 上部は上木にアカ マツ・モミ, 下木 に広葉樹の二段林, 下部はスギ		15.7ha 上部はほぼ左に同 じ二段林 下部は広葉樹		
標高範囲	224~458m		222~464m		327~380m		
項目 水年 <sup>3)</sup>	年降水量 (3区共通)	年流出量	年流出率	年流出量	年流出率	年流出量	年流出率
1908 (明41)	1,509.3	851.8	56.4	705.9	46.8	859.4	56.9
1909	1,502.7	862.7	57.4	691.8	46.0	942.2	62.7
1910	1,856.1	1,034.2	55.7	843.7	45.5	— <sup>4)</sup>	—
1911	1,768.0	857.7	48.5	764.3	43.2	1,008.5	57.0
1912	1,521.3	726.3	47.7	647.6	42.6	881.3	57.9

- (注) 1) 木村・山田(23)に基づいて作製。  
 2) 植被状態記載は簡略化しあり。  
 各地区とも針広混在, 比率を異にするのみ。  
 3) 水年は前年12月1日から当年11月30日まで。  
 4) 1910年9月, 10月の流出量に欠測あり。

流域の名称は将来計画も考慮して名付けられたものであることに注意

直ちに針葉樹と広葉樹の違いを表すものではない

・明治年間に日本の山地小流域の年流出率がこの程度の値であることがわかったことは極めて貴重

・この報告はエングラの報告より前に出版されている

この報告は先駆的な観察結果を残している

「植物殊に樹木の存在は土地の表層土壌立積を増大せしめ且つ其の腐食質を多量になすの結果を来すこと前項の如し而して之か為め平位流水量を大ならしめ従って一年の通計に於いて降水量に対する流水量百分率を大ならしむるものなるを以て都市水道用水の給源又は豊富なる水量を要する河川の水源地域は樹木の存在を必要となる条件とす．．．」

→森林の水源涵養機能

「森林は其の地における平位流水量を大ならしめ水源涵養の効果を著大ならしむるものなるも一時的出水量(斜面の直接流下量)を防止するの作用は降水量比較的小なる場合程顕著にして降水量念々大となりて林地林木等が飽和して湿潤せられたる後に至りては漸く微弱となるものとす」

→森林のダム機能に対する科学的な見方

第1表 東京大森区管内太田試験地（広葉樹林区）の伐採前後の水文学<sup>1)</sup>

期間	項目				
	水年 <sup>2)</sup>	年降水量	年流出量 <sup>3)</sup>	年消失量 <sup>4)</sup>	年流出率
伐採前 <sup>5)</sup>	1911 (明治44)	1,768mm	1,008mm	760mm	57.0%
	1912 (明治45)	1,521	881	640	57.9
	1913 (大正2)	1,535	883	552	57.5
	3ヶ年平均値 <sup>6)</sup>	1,608	924	681	57.5
伐採後	1917 (大正6)	1,481	983	498	66.4
	1918 (大正7)	1,348	784	564	58.2
	1919 (大正8)	1,456	806	650	55.4
	3ヶ年平均値	1,428	858	571	60.1 <sup>7)</sup>

- 注 1) 玉手三義寿(25)に基づいて作製。  
 2) 水年は前年12月1日より当年11月30日まで。  
 3) 年流出量は断面の10町歩当り1,000立方尺単位値から換算した。  
 4) 年消失量は引用者計算値。  
 5) 伐採は大正4年6月～5年6月の間に行なわれた。  
 6) 大正3年には欠測があるため、ここでは使用しない。  
 7) 年流出量を原則定値より再計算したため、本表の年流出率に、原著記載値(60.3%)と僅かに異なる所があるが結論には影響がない。

第2表 太田試験地における伐採前後の増水量比較<sup>1)</sup>

雨量階級	降雨の時期	観測数 (降雨の数)	一降雨の 降水量 (平均値)	降水強度 (平均値)	増水量 <sup>2)</sup> (平均値)	増水量平均 値の対降水量 平均値百分率 <sup>3)</sup>
1.0～9.9mm	伐採前	22	6.53mm	1.75mm/hr	0.121mm	1.85%
	伐採後	12	7.05	1.22	0.194	2.75
10.00～19.9	“ 前	18	14.06	2.06	0.474	3.37
	“ 後	13	15.13	2.14	1.027	6.79
20.0～29.9	“ 前	6	23.30	2.19	2.01	8.63
	“ 後	8	23.10	2.23	3.09	13.33
30.0～39.9	“ 前	1	33.30	1.51	9.31	27.93
	“ 後	3	34.03	1.33	13.93	40.93
60.0～69.9	“ 前	2	63.60	3.28	42.22	66.33
	“ 後	1	61.50	1.46	25.94	42.13

- (注) 1) 玉手(25)の第3表に基づき作製。  
 2) 増水量とは今日いう直接流出量の近似値で、この数値は原表から単位変換のため換算してある。  
 3) 原表の1降雨毎の百分率の平均値とは僅かに異なる。

大正4年(1915)に太田の広葉樹林区を伐採

→伐採後の流出率に明らかな差

一流域における伐採前後の水文学の比較を行う方法は、“**単独流域法**”と呼ばれるが、世界に先駆けて行われた実験は後の研究に影響を及ぼしたと考えられる



## 玉手による結論の一部(1923)

「年間の降水量に対する同期間の流水量の関係および両者の割合すなわち流出率は、林木伐採以後1, 2年間は急激な変化を表し、伐採後は著しく流水量を増加し、林木の流水量に及ぼす影響を明らかに看取することができた。そうして伐採直後に現れる影響は、主として林木樹冠の降水遮断作用に基づくものである. . . 」

「毎降水量と之に基づく増水量との割合すなわち増水率は、無林地においては有林地におけるものより常に大きい。そして雨量が小さいときはその差は少ないが、雨量を増すとともにその差を増し、雨量のある程度において最大となり、それよりも増加する場合は両者の差は漸次減少する. . . 」

- ・現在でも論文を書いたら通用する結論
  - ・先人の成果を認識し、それを積み上げる研究でなければオリジナルな仕事はできない
- 何がわかっているのかをまず認識、次に何がわかっていないのか、問題なのかを考え、それを研究課題とする