

英国における河川の洪水特性

—Exe 川の Christmas Flood '85を中心に—

吉 越 昭 久*

Flood Characteristics of British Rivers ; Christmas Flood '85 of River Exe

Akihisa YOSHIKOSHI

I. はじめに

英国における河川の水文学的特性は、日本のそれと比較して、流域の規模などの点においては類似しているものの、気候条件や地形・地質条件のちがいがから、かなりの相違があることが予想される。

ところで、筆者はこれまで水の量的な面に、とりわけその地域的・季節的・経年的変化に興味をいだけてきている。水の量的な面を把握する場合、平均的な状態、最も多い状態、最も少ない状態をそれぞれ検討すると、その特徴を明瞭に示すことができると考える。平均的な状態、最も少ない状態の検討は別稿にゆずるとして、本稿では、最も多い状態、つまり洪水の特性に焦点をしばって論述し、日本とのちがいを明らかにしてみたい。

ところで、英国における洪水研究は、水文学・地理学・土木工学などの分野でおこなわれており、その質量共に充実している。1975年以降に出版された単行本だけに限ってみても、M.D.Newson (1975), NERC (1975), I.Halford (1976), NERC (1977~), R.C.Ward (1978), K.Smith & G.Tobin (1979), A.H.Perry (1981), E.C.Penning-Rowsell et al (1986) などがあげられる。特にNERC (1975) は、洪水を水文学的・気象学的・土木工学的な面から総合的にとらえ、データ集・地図集も添えた、英国の洪水研究の水準の高さを示すすぐれた業績である。その後、NERC (1977~) は、洪水研究を増補形式的に加えていき、現在17号を数えている。

他に論文としては、豪雨という観点から論述した研究としてC.R.Finch (1972) やJ.C.Rodda (1973) が、融雪洪水を扱ったものとして P.Johnson & D.Archer (1972) や M.C.Jackson (1978) が、イングランド東部における海岸洪水(高潮災害)を扱ったものとして A.H.W.Robinson (1953) やG.Cole (1972) などがあげられる。他に再現確率という統計学的手法を用いた研究として、前述の NERC (1977~) の一連の研究などの他、M.A.Beran (1981) などもある。他にも、リスクマネジメントに関する研究やリモートセンシングという手段を用いた研究や、都市の洪水など多くの事例研究があり、枚挙にいとまがない。英国の洪水研究の特徴は、その対象が多岐に渡っていることもさり

* 地理学研究室 (昭和63年9月30日受理)

ながら、その事実の究明だけにとどまらず、防止のための提言をおこなっているなど、実用的な面を強くうちだしているところにもあると考える。

以上のような既往の研究を踏まえ、本稿では、英国における洪水特性を概観し、その一例として Exe 川の洪水をとりあげてみたい。

II. 英国における洪水特性

英国の年降水量の分布をみると、図1に示したように、地域的に大きな差異がみられる。スコットランドの西部やイングランドの北西部の Lake District (湖水地方)、ウェールズの北部・南部など、2,400mmを越す地域がある一方、イングランド南東部には600mm以下の地域もみられる。一般的にいて、西部に多く、東部に少ない傾向にある。この降水量分布の特徴は、英国における卓越風である偏西風によっている。つまり、偏西風が大西洋やアイリッシュ海を通過する間に、十分に水分を含み、英国の中央部をほぼ南北に通る脊梁山地を越える時に、降水をもたらされるのである。この降水は、季節的には冬期に集中する。冬期には、中緯度から高緯度の地方に共通してみられる現象であるが、低気圧が頻繁に通過するために、降水が集中するのである。

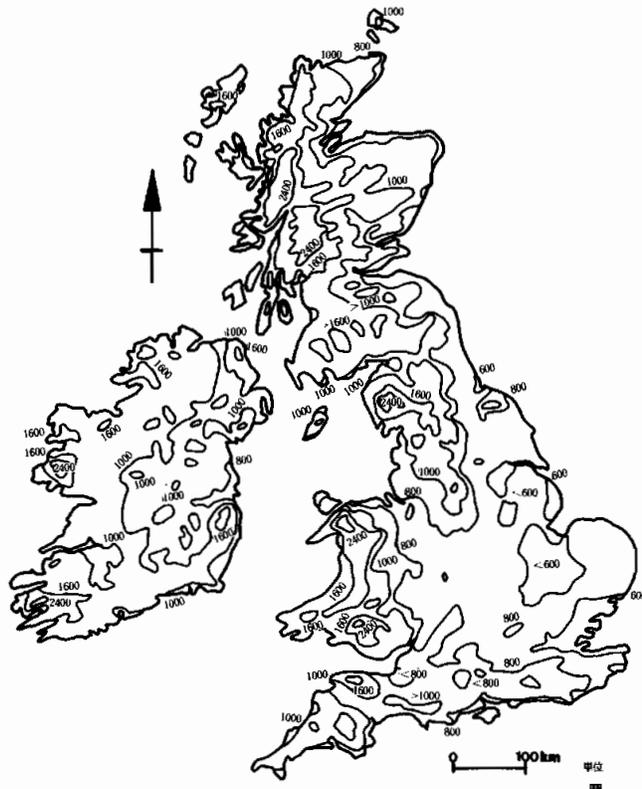


図1. 年降水量 (1931~1960年の平均) B.W.Atkinson & P.A.Smithson (1976)

このような気候条件や、英国の西部が山がちで急傾斜であるという地形的な条件を反映して、西部の河川は流路延長が短かく、流域面積が小さく、急傾斜 (図2) なものが多い。

また西部の河川は、河川密度（図3）も高く、流出率（図4）も高いなど、東部の河川とは際立ったちがいが認められる。他にも、英国における河川の一般的な特徴として、河川に堤防がないこと、蛇行河川が多いこと、運河によって他の河川と結ばれていること、大規模なダムが少ないこと、河口部の潮位差が大きいことなども、つけ加えておかなければ

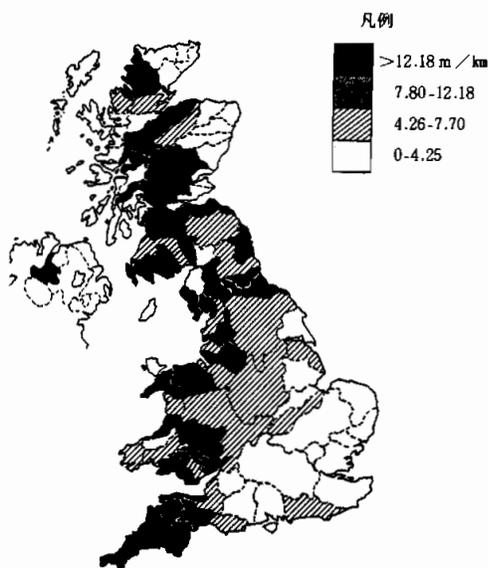


図2. 流路の傾斜 R.C.Ward (1981)

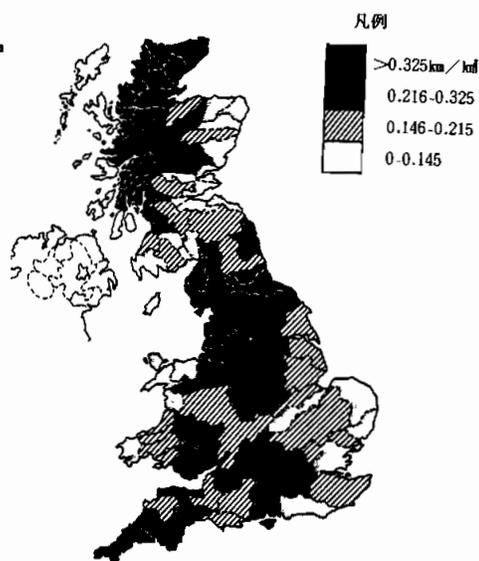


図3. 河川密度 R.C.Ward (1981)

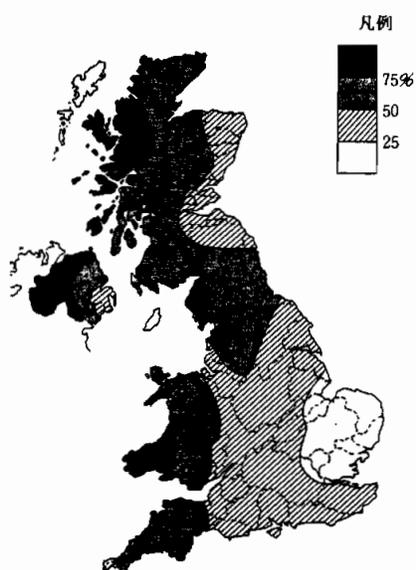


図4. 流出率 R.C.Ward (1981)

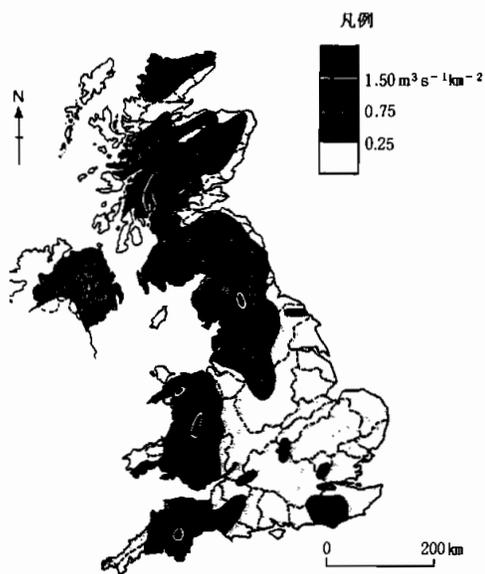


図5. 推定洪水比流量 R.C.Ward (1981)

ならない。

以上のような諸条件が、図5に示したように、西部の河川の洪水比流量を高めることになる。従って、基本的には、西部の河川は洪水が発生しやすい環境にあることがわかる。しかし現実の問題としては、洪水は年降水量よりも、一雨降水量の総量や降水強度に大きく関係するため、東部の河川といえども、流路の疏通能力を超えるような降水があった場合には、洪水がおこっている。

図6は、単位時間ごとの最大降水量を表わした図である。これによれば、世界的な記録には遠く及ばないものの、英国でも1時間に100mm近く、1ヶ月に1,500mmもの降水量が記録されている。なお、M.C. Jackson (1977)によれば、5年の再現確率で1時間降水量をみると、20mmを越すような降水は、スコットランド西部の他、イングランド南部にもあらわれている。しかし、同じく5年の再現確率で2日間降水量をみると、100mmを越すような降水は英国の西部に限定されてくる。つまり、時間がある程度長くなると、年降水量分布の傾向に近づくものの、極めて短時間の降水量をみると、スコットランド東部・イングランド北東部などを除いて、英国のどの地域においてもかなりの降水量をみる可能性があることになる。

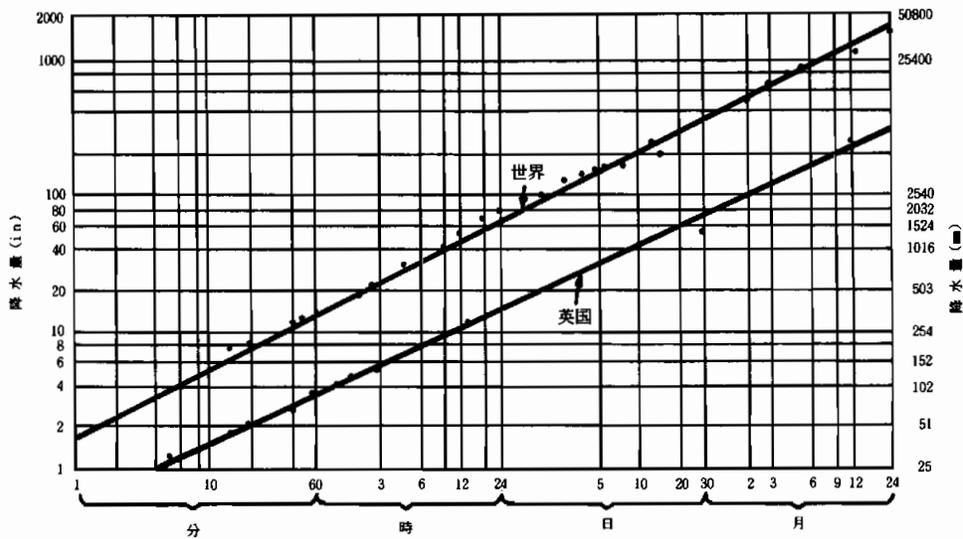
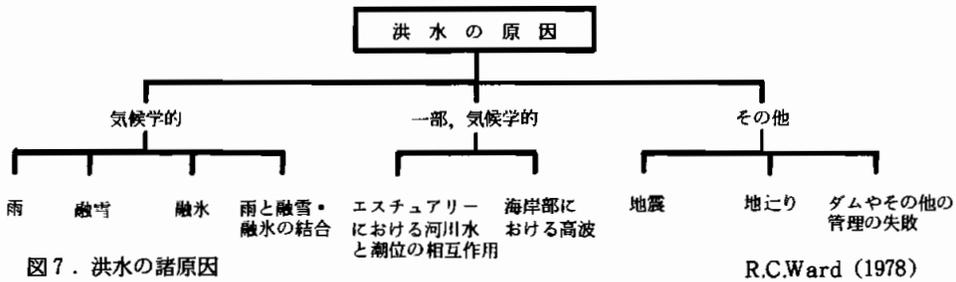


図6. 世界と英国における最大降水量の強度 = 接続時間の関係 J.C. Rodda (1970)

A.H. Perry (1981) は、既往の研究で洪水を扱った論文をリストアップすることで、英国における過去の洪水の概略的な年表を示した。これは、必ずしも主要な洪水の年表とは限らないが、少なくとも大規模な洪水は、論文の対象にされていると考えてよいであろう。これをみると、大規模な洪水は、イングランドの南部の地域において多く発生し、M.C. Jackson (1977) の1時間降水量の多い地域と極めてよく一致していることがわかる。また発生の時期も、冬期よりむしろ夏期に多いことが特徴的である。

ところで、これまでは降水、とりわけ雨に伴う河川の洪水を中心に述べてきたが、一般論としての洪水をとらえる場合、その原因は図7のように他にいくつかある。これらの諸原因の中で、英国における他の特徴的な洪水は、融雪によるものと、エスチュアリーや海岸における洪水とがある。



英国における積雪分布は、気温が相対的に低いスコットランドの東部や、イングランドの北東部に多く、水量に換算して30mmを越すところもある。最近では、1947年の冬や1962年の冬に、これらの積雪地域において融雪洪水が起きている。M.C. Jackson (1978) は、1885年から1962年までの Trent 川¹⁾の洪水に対して、24時間の融雪量がどの程度かわっているかを評価した。その結果、1940年2月24日には、43mmの洪水流量が融雪によるものと算定され、この時の洪水は他の諸原因をも含めた過去の洪水の中で、12位にランクされるものであった、という。Trent 川の場合、大規模な洪水に、融雪が寄与していることが多いのである。また時期的にみると、融雪は春先だけでなく、真冬にも起きていることが知られる。その理由としては、英国は比較的高い緯度に位置するにもかかわらず、冬期の気温が高く、積雪量もさほど多くない、ということが考えられる。

エスチュアリーや海岸における洪水も特徴的である。英国では、イングランドの東部や西部に低平地が広がっており、特に東部の Wash 湾を中心とする地域は、Fen Land と呼ばれ、排水が必要な地域でもある。前述のように、英国の海岸部における干満の差は大きく、とりわけ、エスチュアリーの湾奥部では、諸条件が重なった場合、10mを越す差²⁾が記録されたこともある。このような地域において、満潮時と、低気圧の通過や風の吹き寄せなどが重なると、しばしば高潮災害が発生してきた。例えば、1950年1月31日に、イングランド東部の海岸地域を中心に発生した高潮災害では、800km²の土地が湛水し、300人以上の死者がでる大惨事となった。London でも、P.P. Griffiths (1976) の作成した年表によれば、1883年から1969年の間に、実に80%以上もの年において高潮災害を受けてきたのである。英国の河川には堤防がない、ということについては既に触れたとおりであるが、London 市街地における Thames 川の堤防は、上流からの洪水を防ぐために設けられたのではなく、まさにこの海からの高潮災害を防ぐためのものである。また、満潮時には著しく河川の疏通能力が低下し、このために洪水がひきおこされたこともある。

以上、英国における洪水特性を概観してきた。

Ⅲ. Exe 川の洪水——Christmas Flood '85を中心に

(1) Exe 川流域

1985年12月下旬に、英国の南部を中心に洪水が発生した。この洪水は一般に Christmas Flood '85と呼ばれている。この洪水によって、いくつかの河川流域において床上浸水などの被害が生じたが、過去の長い洪水史の中でみるならば、その規模はそう大きなものではなく、水のほとんど全ての分野を管理する組織・Water Authority³⁾でも、被害の実態を詳細に把握したわけではなかった。

そこで「Hydrological Data UK」によって、Christmas Flood '85の範囲を推定してみた。なお、「Hydrological Data UK」とは、1981年から⁴⁾Institute of Hydro-

logy と British Geological Survey (共に Natural Environment Research Council, 略称 NERC の組織の一部) によって出版されるようになった流量年表であって、地下水位や降水量などにも若干触れられている。この1985年の年表には、51地点の日平均流量が掲載されている。このデータを用いて、1985年12月24~27日にかけて、かなりの出水をみた地点を検討した。すると、イングランドの南部およびウエールズの南東部にその地点が集中することが知られた。しかも、最も南の中・小河川の出水が著しいことがわかった。このような出水のため、Bristol を流れる Avon 川や Exeter を流れる Exe 川など各地で河川の氾濫がおこった。そこで、その事例として、筆者が Christmas Flood '85を実際に調査する機会を得た Exe 川をとりあげてみたい。なお、Exe 川の Christmas Flood '85に伴う被害は、Avon川などに比較してそうひどかったわけではない。

Exe 川は、英国南西部、Cornwall 半島に位置し、流域面積1,462km²の典型的な Rural Basinをもつ。流域全体の概観については、拙稿(1987)に述べている。本稿では、図8に示すように、Exe 川流域全体のうち、▲印の三つの流量観測地点(Exe 川は Thorverton 地点、Culm 川は Woodmill 地点、Creedy 川は Cowley 地点)を基準に、それより上流域をそれぞれ Exe 川のサブ流域(600.9km²)、Culm 川のサブ流域(226.1 km²)、Creedy 川のサブ流域(261.6km²)と名付け、区分した。本稿ではこれら三地点の流量データをもとに、後述するように水文学的分析を加えているため、各サブ流域の流出にかかわる地質や土壌、土地利用などの特徴については、若干触れておく必要がある。

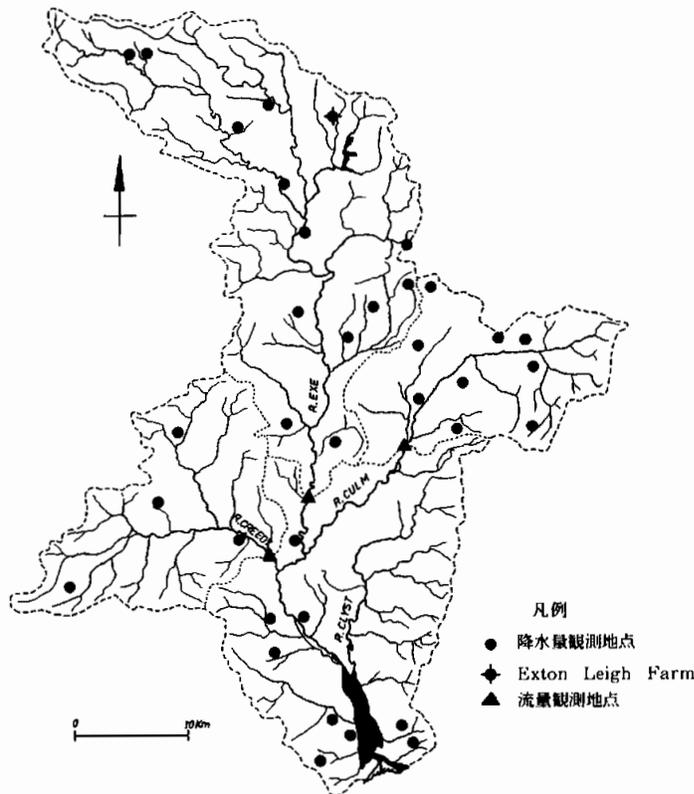


図8. 降水量・流量観測地点

まず地質についてであるが、図9に示したように、Creedy川のサブ流域には、石炭系のウエストファリアンとナムリアン（上部石炭系）および二畳系の砂岩・礫岩が分布する。これに対して、他の二つのサブ流域の地質は複雑である。まず Exe川のサブ流域には、北からデボン系の岩石が東西の帯状に分布し、南部では、Creedy川のサブ流域とよく似た地質となる。Culm川のサブ流域には、相対的に新しい時期の二畳系・三畳系・白亜系などの岩石が南北の帯状に認められる。地質的にみれば、Culm川のサブ流域が、透水性が最もよいと判断されるが、いずれも固結度の高い岩石であり、サブ流域ごとにそう大きなちがいはあるとは考えにくい。また、透水性が比較的よい沖積層の分布は、この地質図に表現することが困難な程少なく、河畔にごくわずかにみられるにすぎない。

次に、Soil Surveyが作成した1/25万の土壤図をもとに、各サブ流域の特徴をみてみよう。各サブ流域共に、褐色土壌が最も広い面積を占めていることでは共通している。この土壌の他に、Creedy川のサブ流域には非氷河性の重粘土が、Culm川のサブ流域には陶土やカンブリア灰色土壌などが分布する。Exe川のサブ流域では、北部の Exmoor（写真1）にポドゾル土が認められるのが特徴的である。いずれの土壌についても、その厚さや透水性についてはよくわからないが、かなり粒径が小さく、透水性が悪い土壌であることは疑いが無い。

最後に、土地利用のちがいをみてみよう。Exe川のサブ流域では91%で、Creedy川のサブ流域では93%で、Culm川のサブ流域では96%で、牧草地や畑など農業的な土地利用がおこなわれており、森林はそれぞれ8%、6%、2%と極めて少ない。

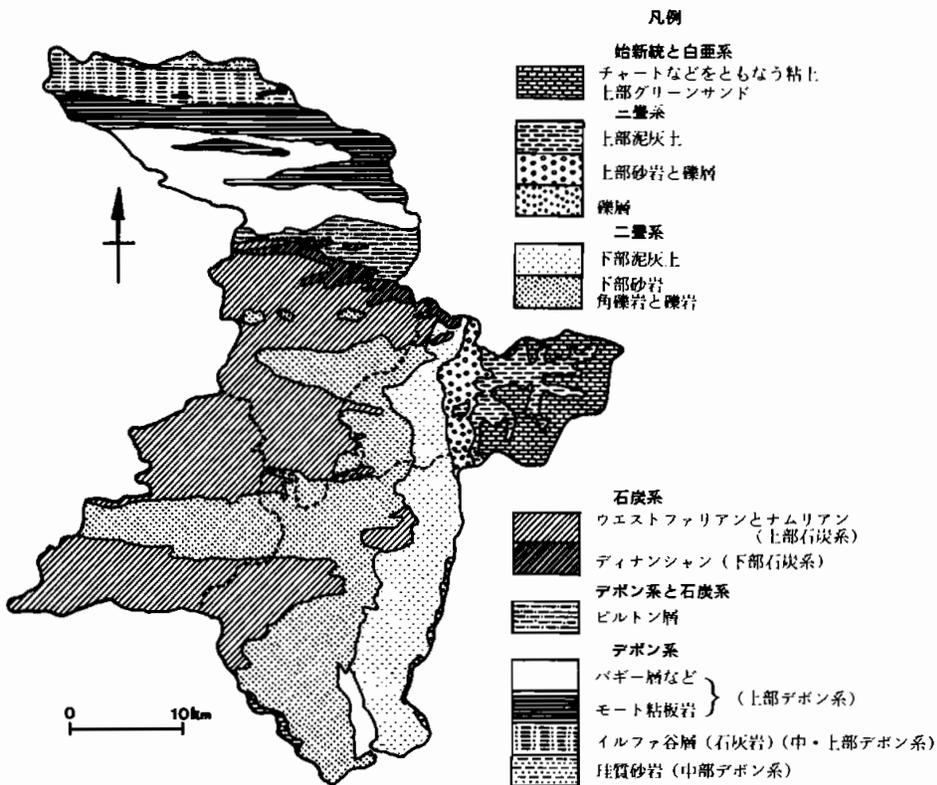


図9. Exe川流域地質図

Walling, D.E. & Webb, B.W. (1978)

以上のような特徴をもつ Exe 川の流域では、これまでしばしば洪水が発生してきた。J. Brierley (1964) は、1250年以降の Exe 川流域における洪水の年表を示した。それによると、1250, 1286, 1384, 1447, 1539, 1609, 1625, 1635, 1692, 1757, 1760, 1775, 1786, 1795, 1880, 1810, 1842, 1894, 1917, 1920, 1929, 1950年に大規模な洪水が発生した。発生した地域としては、Exeter 市街地付近の狭窄部が最も多く、橋の破壊や Exe 川周辺の人家への被害がみられた。また、Exe 川の中流域にある Tiverton の町も数回の被害にあっている。J. Brierley (1964) は、Exe 川流域における以上のような洪水の歴史を踏まえた上で、1960年9月末から10月初めにかけての Exeter の洪水について述べている。この時、Exeter において、9月29・30日の2日間で87mm、10月5～8日の4日間で61mmという降水があり、二度の洪水がおこった。Exe 川沿いの市街地が湛水し、人家・道路・鉄道などに大きな被害がでた。この1960年の洪水がきっかけとなって、Exe 川の疏通をよくするために、その西に Exe 川と並行する形で Exwick 洪水除去水路(写真2)が開削された。

Christmas Flood '85は、このような Exe 川の洪水史の中に位置づけてみると、恐らく記録にとどまらない程度のもので、5～10年に一回ぐらいは発生する規模のもので考えてよいであろう。

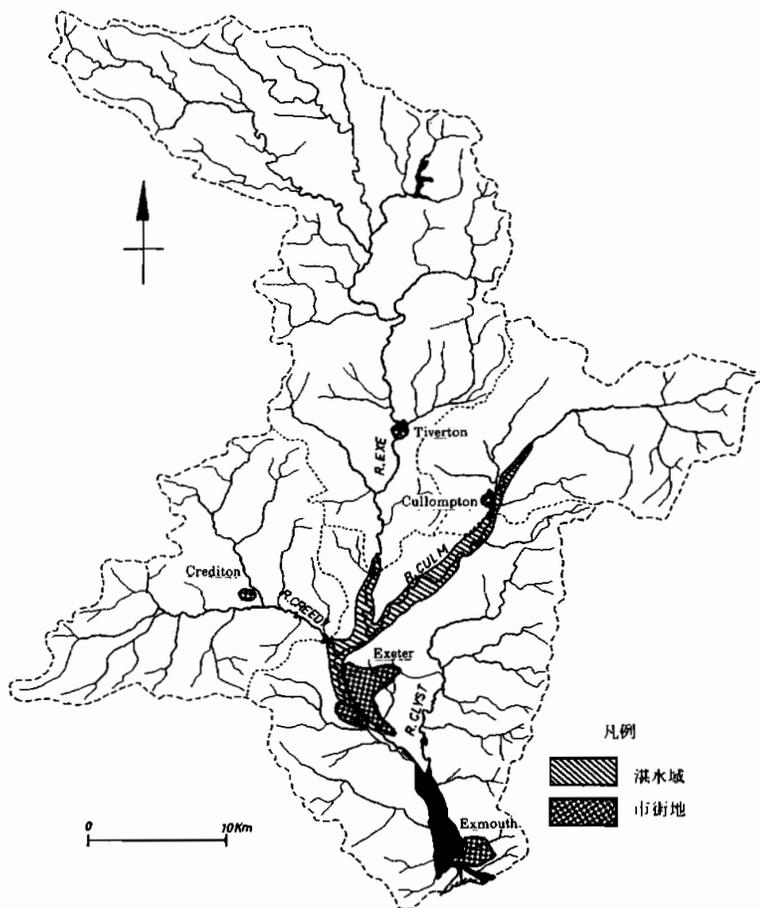


図10. 1985年12月洪水の湛水域(12月26日の状態)

(2) Christmas Flood '85の水文学的分析

Exe 川流域では、12月21日から降水があり、特に23～25日の降水で河川の水位が上昇し、24日から氾濫がおこった。氾濫は、図10に斜線で示したように、Culm 川、Exe 川の氾濫原を中心に、26日の最大時の面積で約30km²に及んだ。写真3～7には、その時の状況が示されている。この洪水は、27日以降になってひきはじめ、29日には氾濫原の水はほぼ排水され、旧に復した。

そこで、この Christmas Flood '85を水文学的な観点から分析してみたい。図11～図13は、Exe 川 (Thorverton 地点)、Culm 川 (Woodmill 地点)、Creedy 川 (Cowley 地点)におけるハイドログラフである。縦軸に流量 (m³/sec)、横軸に時間をとってある。また、上から下にむけてのびる棒グラフは、日降水量を表現している。流量は、South West Water Authority が観測している15分間隔の水位データから、H-Q曲線式によって計算されたデータを用いた。読みとった流量は、1時間毎の値である。降水量は Meteorological Office および、South West Water Authority が観測した日降水量データ (観測地点は図8の●印)を用いて、算術平均法によって面積降水量を算出した。ただし、Exe 川のサブ流域における降水量観測地点のうち、Exton Leigh Farm (図8の●印の地点、標高328m)には、時間降水量データが存在する。そこで、図11にだけは、この地点の時間降水量をも、細い棒グラフで表現させた。また日降水量は、その日の午前9時から翌日の午前9時までの降水量を、その日の値として扱っており、流量データなどは、日を単位とする場合、時間的なずれが生ずる。このため、図11～図13では、

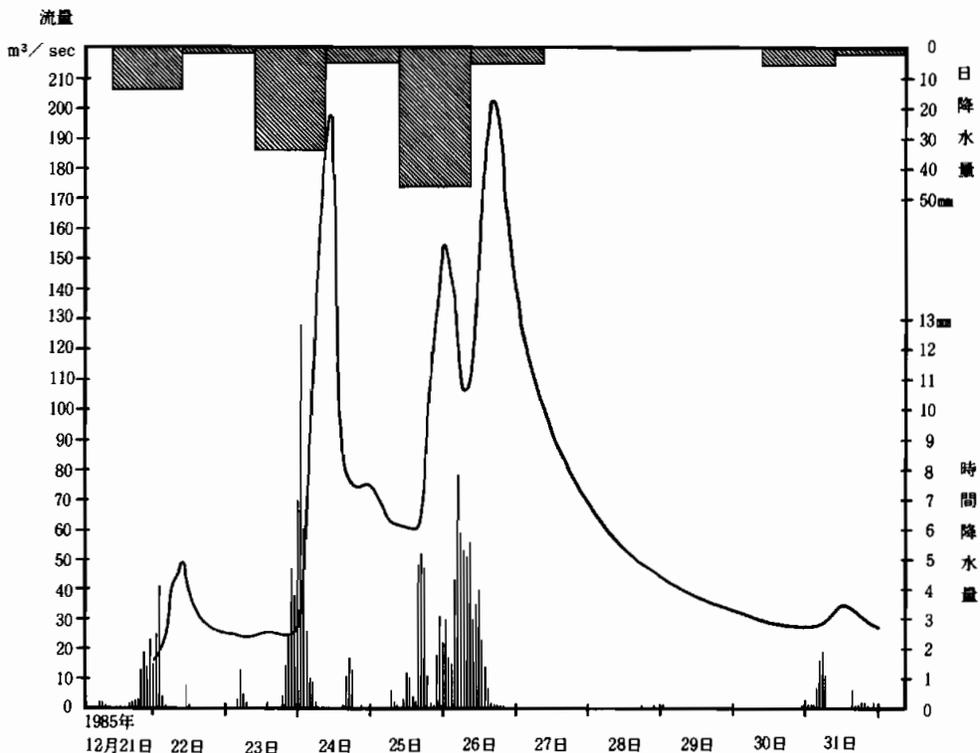


図11. Exe 川, Thorverton 地点のハイドログラフ

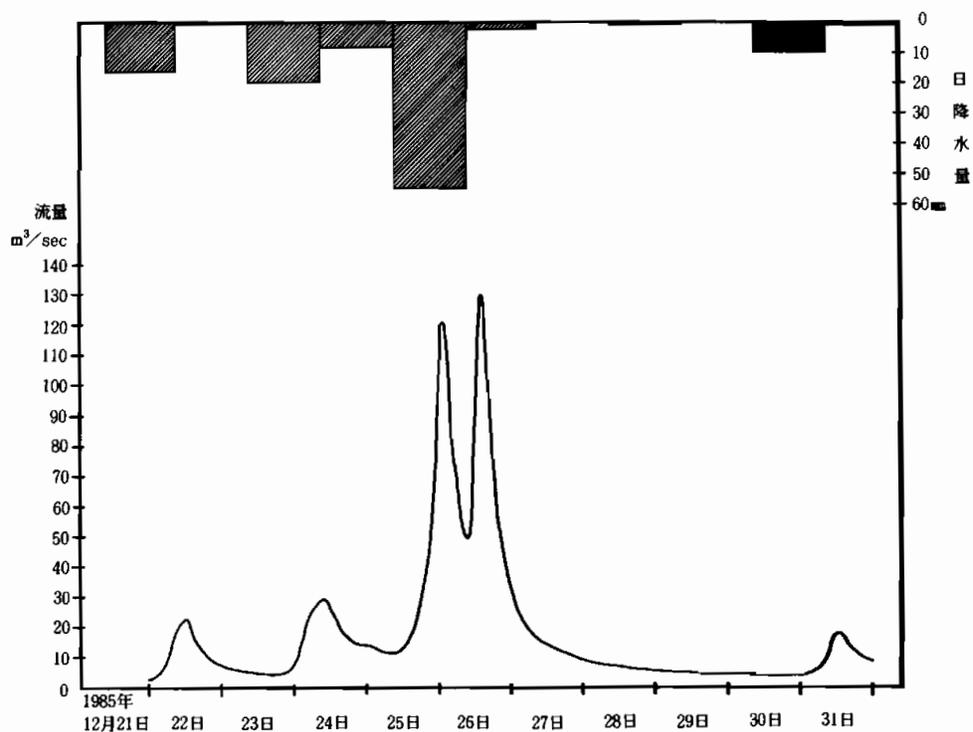


図12. Culm 川 (Exe 川の支流), Woodmill 地点のハイドログラフ

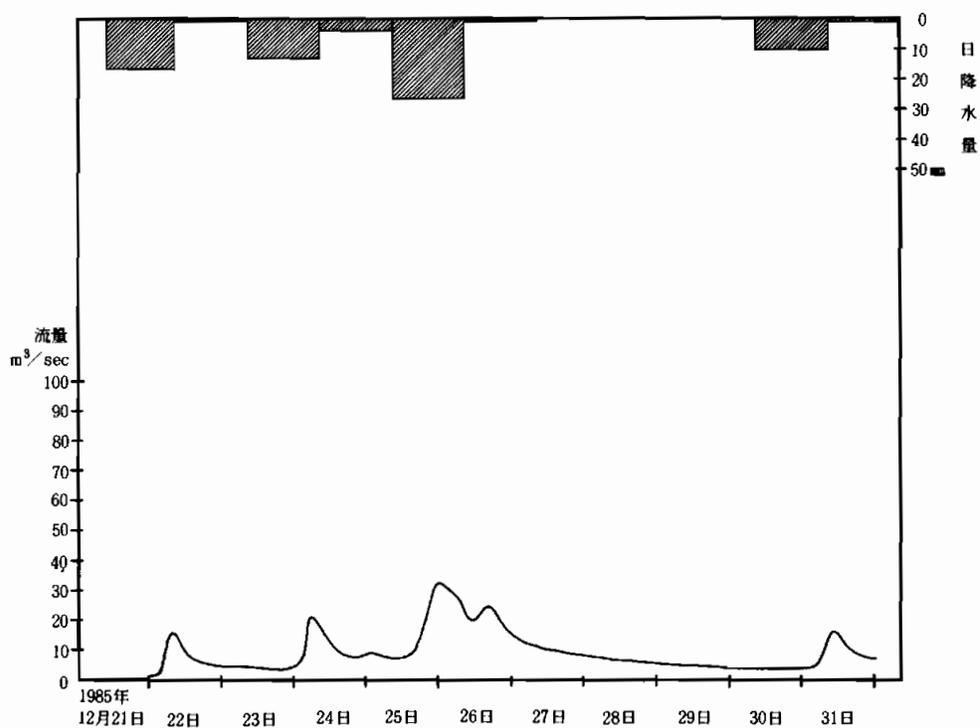


図13. Creedy 川 (Exe 川の支流), Cowley 地点のハイドログラフ

日降水量の棒グラフを9時間右にずらせ、時間的な齟齬がおきないように工夫した。

図11の Exe 川, Thorverton 地点のハイドログラフでは、24日と26日に、それぞれ 200 m³/sec 近いピークがあらわれており、26日にもう一つの150 m³/sec を越すピークと、22日・31日にも小さなピークが認められる。Christmas Flood '85に、24日・26日の流量がかかわったのは疑いが無い。Exton Leigh Farm の時間降水量と、Thorverton の流量は極めてよく対応し、降水量のピークと流量のピークとは、7～11時間のラグタイムをもってあらわれていることが認められる。なお、23日から24日にかけての降水は、時間降水量をみると多かったものの、総量としては25日・26日のそれより少なかったため、ハイドログラフの落ちあがりも減衰も極めて早く、尖鋭な形となった。

図12の Culm 川, Woodmill 地点のハイドログラフでは、時間降水量のデータがないため、あまり明瞭ではないが、25日の降水をうけて、26日に120 m³/sec と130 m³/sec を超す二つの大きなピークがみられた。他に22日・24日・31日にも小さなピークがあらわれている。26日の流量は、Exe 川のそれより少ないが、比流量になおせば大幅に上まわる値となる。図12のハイドログラフをみる限り、Culm 川のサブ流域では、Exe 川のサブ流域とはかなり異なった降水分布があったと考えられる。また、Culm 川の洪水は、25日の夜以降になって極めて短時間の間にひきおこされたこともわかる。

以上の二つのハイドログラフに比較して、図13の Creedy 川, Cowley 地点のそれには、かなりのちがいがみられる。日降水量も少ないし、流量のピークも25日から26日にかけての30 m³/sec を超えるのが最大で、他のピークと量的にもそう変らない。このため、Creedy 川の氾濫はおこらず、図10にみられる Cowley より下流地点の湛水は、Exe 川や Culm 川からの逆流によるものであったと考えることができる。

表1. 各サブ流域の流出率

サブ流域	項目	1985年 12月21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	合計(mm)	流出率(%)
Exe川 (Thorverton) 600.9 km ²	日雨量	13.8 mm	1.8	33.3	5.1	46.2	4.9		105.1	67.3
	日流量		4.7	3.6	15.2	11.8	21.9	13.5	70.7	
Culm川 (Woodmill) 226.1 km ²	日雨量	16.4	0.3	19.7	7.9	49.8	2.4		96.5	61.9
	日流量		4.6	2.0	7.7	9.6	29.9	5.9	59.7	
Creedy川 (Cowley) 261.6 km ²	日雨量	16.5	0.4	13.2	3.6	26.5	0.2		60.4	38.4
	日流量		2.5	1.3	3.8	4.5	7.7	3.4	23.2	

次に、三つのサブ流域における流出率の検討をおこなった。降水量は12月21日～26日までの、流量は12月22日～27日までのそれぞれ6日間の値をもとに算出した。なお日流量は、1時間ごとの流量の平均値を使用した。その結果は、表1に示したようになり、Exe 川と Culm 川の60%台に対し、Creedy 川のそれは30%台となり極端に低いという結果が出た。因に筆者の概算によれば⁵⁾ Exe 川のサブ流域における1975年～1984年の平均的水収支計算結果から、年間の流出率は62.7%という値を得ており、Creedy 川以外はこの値に近い。

更に、河川の傾斜についての検討をおこなってみよう。図14は、英国 Ordnance Survey 作成の1/5万地形図(Landranger シリーズ)および、1/2.5万地形図(Pathfinder シリーズ)を使用して作った Exe 川本流および、二つの支流の河川の縦断プロファイ

ルである。縦軸に標高を、横軸に河口からの距離を示してあり、両者のスケールは、250 : 1の関係にある。なおここで、これら三つの流路は、各サブ流域の中において最長でない、ということに触れておかねばならない。つまり、Exe 川のサブ流域では北西部の Pinkworthy Pond に源を発する Barle 川が、Culm 川のサブ流域では南東部に源をもつ Madford 川が、Creedy 川のサブ流域では南西部に源をもつ Troney 川がそれぞれ最長の流路である。しかし、どちらの流路をとって河川の縦断プロファイルを作成してみても、そう大きなちがいがでないの、各サブ流域の名称をもつ河川の流路を用いることにした。三河川の中で、合流点付近における最も急な傾斜をもつ河川は、Creedy 川である。Creedy 川は、Exe 川との合流点から10km位までの間は、盆地を通過するため比較的緩傾斜であるが、河口より30kmあたりから傾斜を増している。これに対し、Exe 川と Culm 川は、中流部で共に盆地から河谷低地へと続く地形を反映し、よく似た緩い傾斜を示す。ただし、Culm 川はきれいなプロファイルをとるのに対し、Exe 川では河口から60 kmを過ぎたあたりに、いくつかの傾斜の変換点がみられる、という多少のちがいはある。いづれにせよ、この図14の三河川の縦断プロファイルをみる限り、Exeter 市街地の北部にある盆地部においては、Exe 川と Culm 川周辺の氾濫原で、潜在的に洪水の危険性が高いことが指摘される。

英国では、海岸やエスチュアリーなど河口部において、干満の差が大きいことは既に触

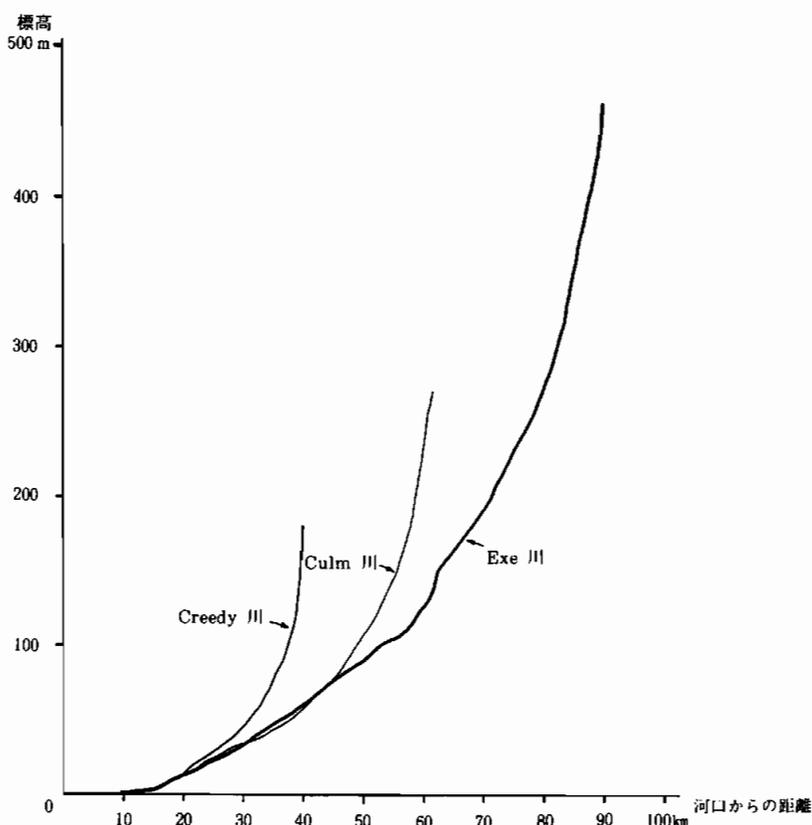


図14. 三河川の縦断プロファイル

れた。そこで、Exe 川河口における潮位のデータを用いて、Christmas Flood '85の時期について検討を加えてみよう。Exe 川は、下流部において写真8のようなエスチュアリーを形成している。図15は、Exe 川左岸の河口部にある Exmouth Dock における12月20日～31日までの潮位の記録である。Exmouth 付近の干満の差は、最大で3 m以上になり、特に洪水がおこった24日頃から高くなり、25日に最も高い満潮位を記録した。それ以降になると、満潮時の水位はそう変わらないものの、27日頃から干潮位が低下し、干潮時の夜半や午後などに、Exe 川の疏通をよくし、排水を助けたものと考えられる。なお、潮位の変化によるものか、降水の変化によるものか判断しかねるが、湛水域が規則的に拡大・縮小をくり返していたことを、現地を確認することができた。

(3) Christmas Flood '85の被害に対する考え方

筆者が、この研究に着手した時に考えた Christmas Flood '85の研究項目は、もう一つあった。それは、この洪水によって、どの程度の被害が生じたか、ということについてであった。しかしその結果は、以下に示すような理由によって明らかにすることができなかった。

1986年1月になって、筆者は Exeter にある South West Water Authority の Head Quarter に出むいた。Christmas Flood '85の被害の実態を調べるためである。しかし、いろいろな角度からのアプローチにもかかわらず、被害はない、という答しか得ることができなかった。つまり、人や人家・道路・橋・鉄道などに被害がでない限り、単なる河川の氾濫という自然現象であって、それは被害を伴う洪水ではない、とする考えがその根底にあるのである。この考え方について筆者も、洪水研究の基本的事実だと

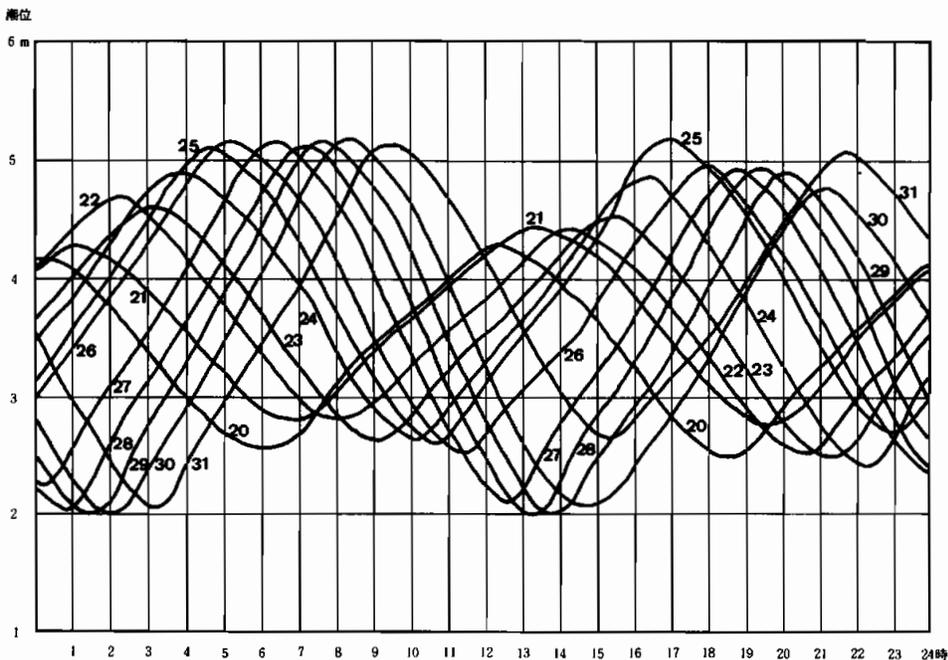


図15. Exe 川河口 (Exmouth Dock) における潮位 1985年12月20日～31日

S.W. Water Authority (1985)

理解するが、これ程の洪水で被害がないというのは、日本における事例にもとづくならば、なかなか納得しにくい考えである。しかし、South West Water Authority においては、Exe 川の洪水の被害について一つのデータも得ることができなかったのである。

そこで次に、実際に湛水した土地をもつ数軒の農家をたずね、被害についてヒアリングをおこなったが、その答は South West Water Authority で得たことと同じであった。

英国においては前述のように、河川に堤防がないこともあって、その周辺の土地利用は、牧草地や畑地など、洪水がおこってもその被害が最少限になるようなものに規制されている。今回の洪水でも、確かに湛水したのは大部分が羊などが放たれていた牧草地であり、水がひいた後は土砂の堆積もほとんどなく、その影響は極めて少なかった。しかし詳細にみるならば、河畔が浸食されそこにあった樹木が倒されたところもあったし、野菜畑では作物が商品にならないような状態になったところもでた。また少なくとも、数日間は湛水地域の道路交通は遮断されたし、鉄道もとまった。このような経済的な被害は、どう評価しているのだろうか。

更に、この洪水に対し、住民の対応が極めて平静であった点にも興味がわいた。これまでの豊富な経験によって、人家まで洪水がくることはないという安心感と、被害についての前述の考え方などによるものであろうか。

IV. おわりに

英国の洪水は、雨や融雪など気候的な原因によるものや、海岸部・エスチュアリーにおける高潮災害などが多くことが特徴である。地域的には、雨に伴う洪水は英国の南部で、融雪に伴うものはスコットランド東部やイングランド北東部で、高潮災害はイングランド東部の低平地などで多く発生してきた。発生の時期については、雨に伴う洪水の場合は平年的にみて降水量が多い冬よりむしろ夏に、融雪に伴う洪水の場合は春先よりむしろ真冬におこることなども、注目に値する。

このような洪水の中で、1985年12月末に英国南部を中心におきた、いわゆる Christmas Flood '85は、比較的小規模な洪水として位置づけられるが、雨と潮位変化とが関係した英国における典型的な洪水の一つと考えられる。この Christmas Flood '85の例を、英国南西部、Cornwall 半島に位置する Exe 川を中心にとらえてみた。

Exe 川流域では、1985年12月21日から降水があり、特に23日～25日の降水で、Exeter 市街地の北にある盆地を中心に、24日以降になって約30km²の土地が湛水するという洪水がおこった。その時のハイドログラフを分析してみると、24日の氾濫は Exe 川からおこり、25日・26日には、それに Culm 川の氾濫も加わり、Exe 川・Culm 川周辺の氾濫原が湖と化したことがわかった。Creedy 川では、降水量が少なかったこともあって、氾濫はおこらずに、また流出率を計算してみても、他の二河川の流域よりはるかに小さな値となり、そのちがいが浮きぼりにされた。これらの洪水のあらわれ方に、河川によるちがいがみられたのは、降水量の総量や降水強度のちがいが、最大の原因と考える。他にも流出にかかわる他の条件（河川の傾斜、地形、地質、土壌、土地利用など）もあると考え、いくつかの面からのアプローチをおこなった。また、十分な検討にまでは至らなかったが、河口部における潮位の変化が、この洪水に大きく関係していることが指摘された。

このような洪水の現象だけでなく、その被害に対する考え方や、洪水への住民の対応などに、日本との大きなちがいをみることができた。

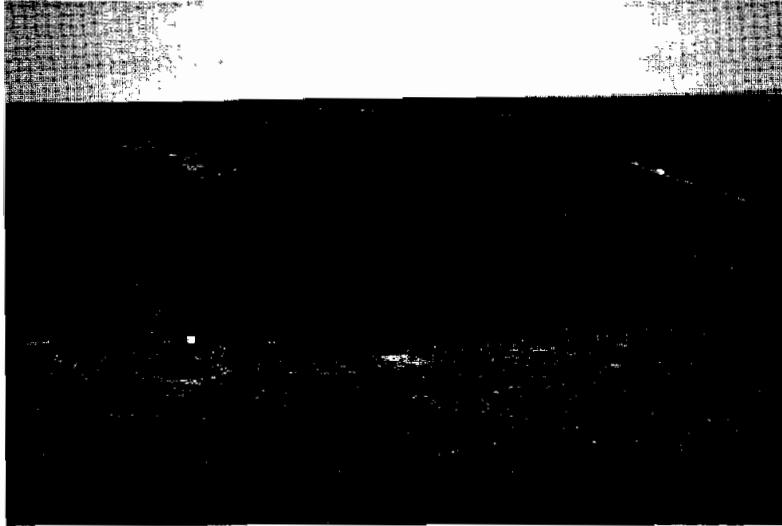


写真1 Exmoor 1986年6月15日



写真2 Exwick 洪水除去水路（右側）左は、Exe川 1985年11月17日



写真3 Exeter市街地を流れるExe川の増水 1985年12月26日

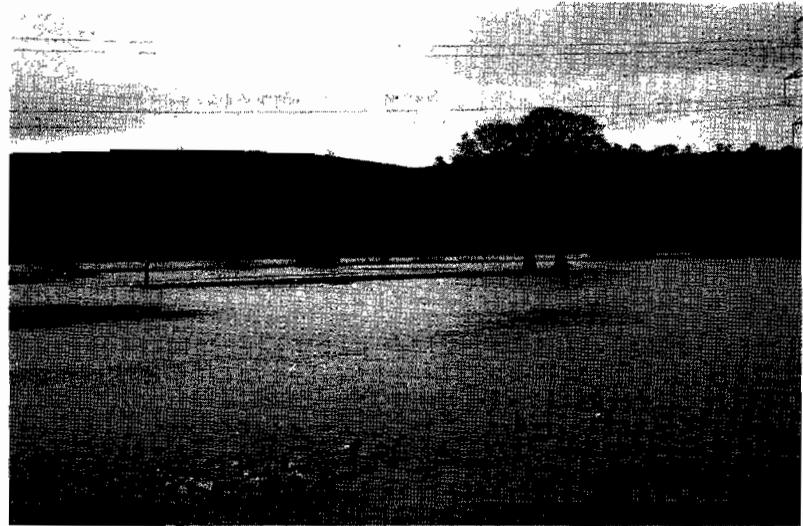


写真4 Culm川の氾濫（Stoke Cannon付近） 1985年12月26日



写真5 Culm川の氾濫 (Rewe付近) 鉄道 (British Rail) が
とりのこされている。 1985年12月26日



写真7 Culm川の氾濫 (Rewe付近) 水がひきはじめている 1985年12月27日



写真6 Exe川の増水 (Thorverton付近) 河川には提防がみられない。 1985年12月27日

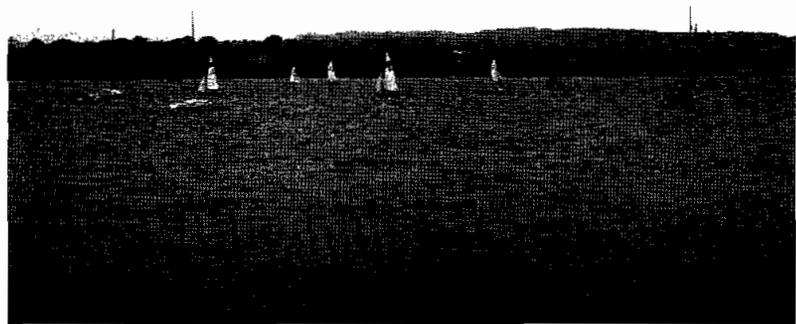


写真8 Exe川河口のエスチュアリー 1985年10月15日

註

- 1) イングランド中央部を東流して、Humber 川に合流する大規模河川。幹線流路延長は149km、流域面積は7,490 km²。
- 2) イングランド南西部、Severn エスチュアリーでは、1970年8月17日に10 mもの潮位差が記録されている。

R.C.Ward (1978) **Floods**, Macmillan Press, London. P244.

- 3) 1988年、水供給の部門が民営化された。
- 4) それ以前は、Water Data Unit (Department of the Environment の一部) が作成した「Surface Water : UK」, 「Groundwater : UK」が出版されていた。さらにそれ以前 (1970年以前) には、Water Resources Board と Scottish Development Department が作成した「Surface Water Year Book of Great Britain」が出されていた。
- 5) 日本地理学会1987年度春季学術大会、研究委員会 (水の地理学研究グループ) における発表による。

拙稿 (1987) 英国の小流域における水文誌 — Exe Basin を中心に — , 日本地理学会予稿集31. pp.300-301.

参 考 文 献

- Atkinson, B.W. and Smithon, P.A. (1976) Precipitation. In **The Climate of the British Isles**, T.J.Chandler and S.Gregory (eds.), 129-182. London : Longman.
- Beran, M.A. (1981) Recent advances in statistical flood estimation techniques. In **Flood Studies Report-Five Years on**. Procs. Instn. Civ. Engrs. Conf., Instn. Civ. Engrs., 25-32. Manchester : Thomas Telford.
- Brierley, J. (1964) Flooding in the Exe Valley 1960. **Proc. Instn. Civ. Engrs.** 28. 151 - 170.
- Cole, G. (1972) The east coast and London tidal flood warning system. **Phil. Trans. R.Soc. Lond. A** 272, 173-178.
- Finch, C.R. (1972) Some heavy rainfalls in Great Britain 1956 - 1971. **Weather** 27, 364 - 377.
- Griffiths, P.P. (1976) **A Chronology of Thames Floods**. Reading : Thames Water Authority. 44P.
- Halford, I. (1976) **British Weather Disasters**. Newton Abbot : David and Charles.
- Jackson, M.C. (1977) Evaluating the probability of heavy rain. **Meteorol. Mag.** 106, 185 - 192.
- Jackson, M.C. (1978) The influence of snowmelt on flood flows in rivers. **J. Inst. Wat. Eng. and Sci.** 32, 495-508.
- Jackson, M.C. (1978) Snow cover in Great Britain. **Weather** 33, 298-309.
- Johnson, P. and Archer, D.R. (1972) Current research in British snowmelt river flooding. **Hydrol. Sci. Bull.** 17 - 4 , 443-451.
- NERC (1975) **Flood Studies Report**.
- Vol. 1. Hydrological Studies 550P.
- Vol. 2. Meteorological Studies 81P.

- Vol. 3. Flood Routing Studies 76P.
 Vol. 4. Hydrological Data 541P.
 Vol. 5. Maps
 London : NERC
- NERC (1977~) **Flood Studies Supplementary Reports**. London : NERC.
- NERC (1977) The estimation of low return period floods. **Flood Studies Supplementary Reports 2**, 1 - 3 .
- NERC (1983) Assessing the return period of a notable flood. **Flood Studies Supplementary Reports 12**, 1 - 5 .
- Newson, M.D. (1975) **Flooding and Flood Hazard in the United Kingdom**. Oxford : Oxford University Press.
- Penning-Rowsell, E.C., Parker, D.J. and Harding, D.M. (1986) **Floods and Drainage**. London : George Allen & Unwin.
- Perry, A.H. (1981) **Environmental Hazards in the British Isles**. London : George Allen & Unwin.
- Robinson, A.H.W. (1953) The sea floods around the Thames Estuary. **Geography** 38, 170 - 176.
- Rodda, J.C. (1970) Rainfall excesses in the United Kingdom. **Institute of British Geographers Transactions** 49, 49-60.
- Rodda, J.C. (1973) A Study of magnitude, frequency and distribution of intense rainfall in the United Kingdom. **British Rainfall 1966, Part III**. 204-215.
- Smith, K. and Tobin, G. (1979) **Human Adjustment to the Flood Hazard**. London : Longman.
- Walling, D.E. and Webb, B.W. (1978) Mapping solute loadings in an area of Devon, England. **Earth Surface Process** 3, 85-99.
- Ward, R.C. (1978) **Floods, A Geographical Perspective**. London : Macmillan.
- Ward, R.C. (1981) River Systems and River Regimes. In **British Rivers**, J. Lewin (ed.), 1-33. London : George Allen & Unwin.
- 吉越昭久 (1987) 英国南西部, Exe 川流域における水利用形態 — 「Abstraction Licence Report」の分析を中心に— . **奈良大学紀要**16, 134-147.

Summary

It is a characteristic of British Flood that there are many floods caused by heavy rain, snowmelt and high tide. The flood caused by heavy rain occurred frequently in the south of U.K., the flood caused by snowmelt occurred frequently in the East of Scotland and the North East of England, and the flood caused by high tide occurred frequently in the East of England.

In the history of flood in U.K., the Christmas Flood '85 takes its place as a small scale flood. But the author thinks that it is one of the typical floods caused by heavy rain and high tide, in U.K. So, the author made researches into the Christmas Flood '85 of River Exe.

In the Exe Basin, it started raining on 21 December 1985. After heavy

rain on 24 December, River Exe was in flood with about 30 km² flooded (Fig. 10). The author investigated the differences of hydrological characteristics among three sub-basins in the Exe Basin by the analysis of hydrographs. The flood of 24 December caused by a great deal of discharge of River Exe. The flood of 26 December caused by a great deal of discharge of River Exe and River Culm. River Creedy didn't caused the flood because of the light rain in the Creedy Basin. In the Exe Sub-Basin a drainage area of 600.9 km² yielded about 200 cumecs at the flood peak. In the Culm Sub-Basin a drainage area of 226.1 km² yielded about 130 cumecs at the flood peak. But by the comparison of river discharge per km², the Culm Sub-Basin had more discharge than the Exe Sub-Basin. The greatest reason of the differences of hydrological characteristics among the three sub-basins in the Exe Basin are the difference of total rainfall and the intensity of rainfall. There are another many reasons, for example, the differences of river profiles, landforms, geological features, soils, landuses and tidelines. The author examined the differences of each basins about this all items.

The author was able to pointed out the differences of the thought about the flood damage and so on between Japan and U.K.