

英語らしい表現

英文レポート作成の手引き

# 洪水流出

大野静男 編



# 目 次

## (洪水の諸問題)

- 1———文明が始まって以来、洪水ほど克明に記録されてきた自然現象は数少ない。
- 2———旧約聖書には大洪水の語があるが、これを信じるかどうかはともかく、世界中のどの民族を見ても類いの伝説をみおとすことはできない。
- 3———いくつかの河谷では、洪水の経済的なメリットをもたらしている例もある。たとえばエジプトであるが、ここではおそらく5000年間、洪水こそがナイル河谷に住む人々の命の流れとなっていたし、今日なお、アフリカを超えて南太平洋から吹いて来る湿気を含んだ気団が、エチオピア高地の青ナイル源流を直撃する瞬間まで、その洪水規模を予測することはできないのである。
- 4———エジプトでナイルの洪水が生活の糧になっていた一方、インドや中国、その他東洋では5億人もの人々が氾濫原に居住し、米や小麦、キビ、トウモロコシ等を栽培しており、浸水や死の危険に晒されているのである。
- 5———われわれは、ミシシッピ下流の洪水防衛計画について、当然のごとく「その内容と効果においてきわめて巨大なものとして語っており、事実この計画は、堤防や放水路その他の種々の技術によって、1平方マイルあたり80人という密度でこの一帯に暮らす250万人もの人口を比較的安全に保護して来た。
- 6———しかし、もし1億6000万人という我が国全体の人口が、中国の主要河川の沖積氾濫原やデルタ地帯に移り住み、1平方マイルあたりの人口密度が1,000~3,000人ぐらいになったとすると、黄河で記録された最古のもので、かつ紀元前2,297以来「中国の悲しみ」と呼ばれてきた大洪水は中国の人々が直面してきたものと同じ問題に直面せざるをえないであろう。
- 7———何世紀にもわたる侵食や堆積でできあがった氾濫原やデルタこそ、彼らの農業経済の中核をなすものである。
- 8———フランスのセーヌ川の場合、信頼できる洪水の記録は1649年から存在しており、最大の洪水は1658年であった。
- 9———ドナウ川については紀元1000年からも記録が残っており、最大の洪水は1501年、2番目に大きな洪水は1787年であった。
- 10———科学的な水力学発祥の地であるイタリアのポー川において、人間の英知は必ず氾濫原で安全に暮らす上で諸問題を解決していくという信念のもと、農業その他の仕事に従事してきた人々でさえ、1951年11月の洪水の際は、荒れ果てた家屋や農場から追われなければならなかった。
- 11———ポー川の人々が信頼をおいていた洪水防衛事業について、当時最も有能な水利技術者であったジョン・R・フリーマンは、1930年こう語っている。「世界中どこへ行っても、現在ポー川で進行中のものほど野心的で勇気に満ち、入念に計画され、川それ自体の丹念な研究をふまえて、行われている事業を私は知らない」。
- 12———しかしそれでもなお、1951年11月、異常な豪雨と高潮によって発生した洪水は、堰や堤防を乗り越え、その基礎を侵食して猛威をふるった。その結果、何千人もの人々が孤立し、100人以上の生命が奪われ、30,000頭の牛が犠牲に、被害はイタリア一国の年間予算の1/4に相当する額にのぼったのである。
- 13———何世紀にも及ぶヨーロッパやアジアの歴史を背景として、また何十億ドルという資金と技術的な知恵を総動員して、わがアメリカ合衆国の過去における洪水の歴史から、われわれは何を学び、未来に何を遺せるのであろうか。
- 14———もし人間の意志が自然に代わって河川を制御するならば、雨水や雪解け水が常に地面にしみ込み、土壌水分としてあらゆる植物の育成を助けたり、あるいはまた地下水として、絶えることのない均一な流れを維持できる水源となるだろう。
- 15———実際こうした理想的な条件がいくつかの河川に常に存在し、また幸いにもほとんどの河川流域でかなり長い時間存在するのである。
- 16———たとえば、太平洋北西部の溶岩に覆われた一帯や北部カリフォルニア、そして大平原の砂丘地帯において、その土壌はきわめて透水性が高いため、すべての降水が吸収され、表面流出は事実上まったくなく、流量も驚くほど一定している。
- 17———土壌が吸収・保持できる以上の降水や雪解け水があると、これが途端に洪水を引き起こし、水路となって余剰水を海へ戻そうとするのである。
- 18———洪水の最初の兆候は、多くの場合まず地表にあふれて流れる水であり、これが小さな流れを集めて、ついに水路となる。
- 19———表面流出もしくは直接流出により、洪水は初期段階すなわち地表段階に入る。
- 20———土壌から排除された雨水が流出となり、洪水を発生するのは、この地表段階においてである。
- 21———洪水の地表段階が続くのは数時間であり、ふたたび太陽が輝き出すと、農民は最悪の事態に陥ることを知るのだが、下流の町の人々は迫り来る恐怖におののいたままである。
- 22———地表段階のすぐ後には水路段階が続き、表面流出が水路に流入する時に始まる。
- 23———川の水位は上昇し、地表段階の間で発生した表面流出水を通過する。
- 24———通常、洪水と言う時はこの水路段階を指す。というのも、こんな言い方をすると上流の農民は怒られるかもしれないが、この段階が最も洪水らしく見え、また概して破壊力もあるからである。
- 25———この水路段階の間、地面から排除された水は急流となって、水路を掘り下げながら流れ、やがて橋を呑み込み、カルバーを押し流し、堆積を通過し、岩屑を洗い流し、沈殿物を含んだ水を主水路本流へと流しだす。
- 26———支流からのみならずの具合によっては、主水路の洪水は徐々に水位を上げ、過去の大きな洪水の堆積物によって形成された氾濫原へとあふれだし、浸水して岩屑を流し出し、速型によっては、家々や工場、鉄道や道路など、人間の防壁で営々と築き上げてきたものをすべて押し流してしまうのである。

- 27——洪水の間、河谷は自然の貯水池として機能する。
- 28——洪水の初期においては、山岳部や細流からの流れは水路へ流れ込んであり、その増加に伴って水位は上昇する。
- 29——洪水波の高さは、下流に行くに従って徐々に低くなるが、その長さや持続時間が増加する。
- 30——洪水波がなくなるまでに要する総経過時間は、流れが小さい場合には数時間から数日の範囲であり、ミシシッピやコロンビアのように大きな水系では数週間にも及ぶ。
- 31——しかし、残されているすべての記録から知る限り、人々が定住し始めた最も初期の頃から、アメリカ合衆国全土において洪水はきわめて一般的な出来事であり、季節に伴って定期的に発生していることが分かる。
- 32——我が国は北半球に位置しているため、地球の自転によって、気団は西から東へと定期的に大陸を横切り、その時北方から冷たく乾いた空気を運んでくる。
- 33——夏の終わりに秋にかけて、メキシコやカリブ海で発生した熱帯性ハリケーンが南大西洋沿岸を襲い、時に内陸へと達して北上し、ニューイングランド州を経て大西洋へと抜けるが、内陸部で勢力を弱める。
- 34——夏の間、暖かく湿った空気の中で起こる対流によりしばしば雷雨や豪雨が降り、さらに大きな気団の動きに合流する。
- 35——こうした気団はすべて、その発生原によって濃度の異なる湿気を含んでいる。
- 36——暖かく湿った気団は、より冷たい気団とぶつかったり、山脈とぶつかるなどして上昇せざるをえなくなると、冷却されて湿気が凝結し、雨や雪として地上におちてくる。
- 37——したがって、冬や早春に、太平洋に接する州や、南西部、南東部諸州が、暖かく湿った南太平洋及びメキシコ湾気団の冷却によって発生した雨をもたらす洪水の被害にあうことは、ほぼ確実に予測できるのである。
- 38——この同じ季節の、我が国の西部山岳地帯及び北半分において雪が積もり、春に溶けて、コロンビア川やその他の北部諸州に源を持つ大規模な河川への洪水流出を引き起こすことになる。
- 39——また、おそらくは年に5～6回、夏から初秋にかけて、毎回気象庁がうやうやしく沈し名を冠する西インド諸島からのハリケーンが南大西洋の海岸地帯を襲い、ハリケーンによる波浪や高潮に加えて、集中豪雨によってメキシコ湾や大西洋沿岸諸州に洪水をもたらされる。
- 40——アメリカでは、年間何百もの大小の洪水が発生しており、今後もこれが継続するはずである。
- 41——時々、気象学的、水理学的な諸条件が重なれば、かつてない規模の大洪水を引き起こす恐れがある。
- 42——ほとんどの川において、過去の洪水は最終的な（究極の）洪水の可能性を正確に図る手段になりえない。
- 43——もし、この1世紀半の間、洪水がその規模あるいは頻度において増大していったのであるならば、なぜ今、これらは「国家の財産に対する脅威」を与えるものなのだろうか。
- 44——こうした諸条件は、国家が発展し豊かになったことの証であろう。しかし同時にその国は、将来の洪水がもたらす最も総合的な防御手段を持つ能力を超えてしまっているかどうか、毎年起こる洪水による損失が増え続けているか、氾濫原に住む人々が生命や財産の危険を犯してまでそうした手段をとらないかどうか、そうした問題について絶対的な保証などがないことに十分気づいておかないのである。
- 45——将来、国会は、洪水に対する十分な措置と併せて洪水防衛にとどまるものであってはならないことを認め、以下の措置を講じることが国民も利益にかなうものであることに気づくことであろう。
- 46——州、流域自治体、保全区域や緩谷用地の有効利用、河川や氾濫原の障害の除去に努めるべきである。
- 47——流域自治体が、よく訓練された優秀な水防組織を組織し、強化すべきである。
- 48——洪水予報サービスを、洪水管理の最重要な要素として認め、適宜に支援すべきである。
- 49——洪水の被害についての情報の収集と普及を体系的に実施し、調整するべきである。
- 50——地域での調整を助成し、直接的利益を受けがたい人々への洪水防衛に対する税金負担の一部をシフトするため、洪水防衛事業から直接的利益を受ける人々に対し、公平に負担を分担するよう指導すべきである。
- 51——市民に対し、地域行政区その他の行政主体を確立して、地域の問題が地域で解決するよう奨励すべきである。
- 52——公正な洪水保険システムを開発し、洪水の危険がある土地をなるべく使用しないように指導すべきである。
- 53——効果が測定でき、有効で経済的に健全であると確認された洪水防衛計画のみを採用すべきである。

### (洪水問題の原因)

- 54——氾濫原が川に境を接する低地で、通常は乾燥しているが洪水の影響を受けやすい。
- 55——それは沖積土や、川によって運ばれ、沈殿し、さらに再侵食された堆積物によって形成されている。
- 56——流れは、通常その河床部分の一部のみを占めるものであるため、人間が氾濫原へと進出することとなる。
- 57——初期の文明は、主としてこうした沖積地においてはぐまれてきた。
- 58——ざっと概算しただけでも、アメリカでは5千万エーカーの土地が洪水位以下にあると見られる。
- 59——全土面積の2.5%であるとはいえ、この5千万エーカーは、土地総体に対する価値比率はおそらくもっと大きなものである。
- 60——洪水の危険のある土地の人口についてほとんど知られていない。というのも、国勢調査の数字はそうした意識でまとめられていないからである。
- 61——多くの小規模な集落が氾濫原にあり、いくつかの主要都市の多くの面積が、ほとんど無防備である。
- 62——ミシシッピ川は、この街の歴史のうち早い時期に、堤防によって区画化され、洪水は1849年以來発生していない。
- 63——それでも、不安から免れているわけではなく、下流域では大規模な洪水が常に堤防を脅かすか、街を危険に晒している。
- 64——氾濫原に晒された一帯に住む人口の概算と、氾濫原の重要地についての評価は大規模な洪水によって家を失った人々の数か

ら推定することができる。

- 65——たとえば、1951年7月、カンサス及びミズーリ川下流での洪水においては50万人が避難したと報告されている。
- 66——オハイオ河谷で1937年1月に発生した洪水では約150万人が直接洪水の被害にあったとされる。
- 67——これらの数字を合計し、直接の報告が乏しい地域の避難人口を推定して補正すると、人口の約6.5%にあたるおよそ1千万人が洪水の危険に晒されることになる。
- 68——氾濫原における人口密度は全国の2倍となる。
- 69——なぜ河川は、幼年期の土地におけるように狭い岩場を通過して下流へ流れていくのだろうか。
- 70——山間部の上流において氾濫原はまったく見られぬが、これは、幼年期の土地において川の力が、傾斜を形成するために費されるのである。
- 71——狭い水路によって加速された流速は、下流方向の侵食における乱れという形になって消費される。
- 72——もし湾曲の影響を受けなければ、河川はその発達的全段階を通じて全川にわたり岩場の水路を通過して流れるであろう。
- 73——土地が少しでも不規則性があると直線が流れるには屈折し、谷の一方の側につきたり、次に反対方向につきたりながら流れることになり、これこそが、ほとんどすべての川の特徴である究極の発展段階すなわち蛇行を形成し、曲がりくねった流れとなるのである。
- 74——蛇行帯の幅が河谷が狭くなるほど洪水流量によって決まる。
- 75——したがって、ある流れは狭い寸けの河谷の屈曲の物理的限界がある。
- 76——河谷の平坦性が広がるにつれて、曲流が河谷河岸の基盤によって頻りに減っていく。
- 77——当然、河床の広がった緩やかな河谷は柔らかく岩盤が溶けて広がってゆき、柔らかく岩盤と堅い岩盤が交互に露出する地帯では、柔らかく岩盤の部分で河谷は広くなり、比較的平坦になる。一方、流れは横方向の抵抗をもたらす累層部分は、峡谷部と呼ばれる急峻な河谷となる。
- 78——河谷の底が広がるのは地表の不規則性によるものであり、これによって、柔らかく岩盤地帯で蛇行が形成されることになる。
- 79——水路のみでこれを達成するには、レオポルドとマッドロックのいうように、幅、深さ、速度に一定の比率がなければならない。
- 80——もしその水路が、深さのわりに幅が広すぎる場合、速度がゆるやかにになって堆積物を充分こうみんできなくなる。
- 81——通常の川ではこれらの均整が保たれており、流れが占めるのは、蛇行流の通る河床部分のみである。
- 82——その他の河床部分には氾濫原堆積物を含んでいるが、これは曲の外側を洗掘し、ふたたび内側へ堆積することになる。
- 83——このような堆積物のやりとりが、蛇行流の移動や川がその位置を変えていく原因となっている。
- 84——河谷の堆積物は、流量や流送土砂の変化に対応して水路が自然に形成されるような柔軟な環境条件を提供する。
- 85——河川谷の氾濫原は、堆積物、水、傾斜の見事な調和を見せていると一言することができるのである。
- 86——ミズーリ川下流において、陸軍工兵隊は、平均高が1マイル以上ある蛇行流地帯についての形状等の調査を行った。
- 87——初期の地図その他の資料から、通常の条件においては、ミズーリ川は年間平均9、100エーカーの河床の侵食と堆積を行っていることがわかった。
- 88——このようにして、蛇行帯全体は70年に一度侵食をおこしながら、全体の面積としては実質的には一定に保ち、一個所で自然の堆積が起こると他の場所では自然の侵食が起こってこれを補っている。
- 89——洪水が岸をのり越え、蛇行水路をあふれだして、河谷の全体的な流れの方向に従うことになる。
- 90——砂州が洗い流され、新たな砂州が形成され、蛇行流のループが断ち切られる。
- 91——大きな洪水の作用で起きる水路の移動は、長い間置かれた過程の開始にもかかわらずならぬ。
- 92——河谷の堆積物を移動させてしまうほどの力があるものの、こうした極端な洪水が起こることはまれであり、氾濫原の高さや水路の規模を決定する要素とはいえない。
- 93——川が深くなれば幅も大きくなる。だから、いかなる流れにも洪水の危険性はある。
- 94——河谷の幅が岩盤の硬さや流量によって決定される。
- 95——通常の河谷において、川は、通常の水量や土砂を選べるよう、幅と深さが環境に調節された主水路が占めている。
- 96——図2は、主水路、氾濫原、段丘を含む河床の断面図である。
- 97——川が乾涸時、河床のほんの一部だけが川によって占められ、多くの浅瀬や洲が露出する。氾濫原の岸が川から高い位置にあり、流れが速く蛇行流となって河床を洗掘のに伴って、いずれかの岸が砂丘となる。
- 98——川が通常の高水になると、ほとんど毎年最高水位まで達し、川が河床の全域を流れ、水路内の短い蛇行流が没することになる。水路は、いさゆる堤防ぎりの状態になるのである。
- 99——この水位は、一般に植生の最下限に相当している。
- 100——2年か3年に1回あるか少ないかの頻度で、川はその岸を越えて氾濫原の低地帯に侵入するが、この時、主水路の低い蛇行流のネックのあたりで溢れ出してくる傾向がある。
- 101——支流からのバックウォーターもまた、河谷部の氾濫原低地帯にあふれだしてくる。
- 102——これは、洪水と呼べる最も低い水位である。
- 103——より高い水位の場合、さらに発生頻度も大きくなるが、洪水によって氾濫原が勢い大され、100年に一度あるか少ないかの頻度で、河床の沖積堆積物のすべてをのみこみ越す洪水が発生することもある。
- 104——こうした頻度も、岸が沖積土氾濫原となっている傾斜の緩い河川についてのものであるが、たとえば、旧水路のような沖積土の低地において洪水の発生頻度はさらに大きくなる。
- 105——台地状の土地は、より新しい氾濫原としての利点をそなえており、比較的洪水の少ないという利点もある。

- 106——河谷において、台地と氾濫原の境の地区を作成するならば、それだけで洪水の特性を予測でき、洪水発生の危険な地点を特定することができるであろう。
- 107——たとえば、その流れは現田河谷を占めてはいるものの、地質年代上の過去において、大きな流れによって削られて形成されたものであるというように、地域それぞれにさまざまかつ重要な趣いがある。
- 108——アメリカ東部にはこうした河谷、特に前氷河期もしくは氷河の溶融期に大きな流れになっていた河谷が数多く存在している。
- 109——もう1つの極端な例として、周囲の土地より低く掘られてしまった河道もある。
- 110——ここでもまた、河が古い氾濫原を台地として残したか、氾濫原が侵食されつくして流れに占められるべき河床がなくなっているか、いずれかの理由により、洪水発生の危険が低い。
- 111——ポート・ジャービスからトレントンへ向けて南下するデラウェア川は、この深く掘られた川の好例で、氾濫原が少いかわまつたなく、比較的古い台地に農場や牧場が広がっているため、洪水の危険がほとんどない。
- 112——たとえば北東部では、一般に山地の地勢がきわめて急峻であるため、鉄道や道路、市街地は、河谷の谷間に広がらざるをえず、他に利用可能な土地が少ない。
- 113——広い河床としては、ごくまれに岩場の露れ目が現れる程度である。
- 114——西部、とりわけユタやカリフォルニア南部における居住地の多くは、すぐ背後に迫る急峻な山麓の扇状地に広がっている。
- 115——砂漠の豪雨期に山々から土砂を運搬する流れは、始終その経路を変え、こうした土地における洪水危険度を増大させている。
- 116——したがって、丘のふもとを通りが、洪水の奔流や狂気の土石流に襲われたとしても何んら不思議ではないのである。
- 117——こうした土地は水がよよく、霜や洪水の危険からも無縁であるが、局地的な豪雨の場合、この限りではない。
- 118——南東部沿岸地域の海岸平野や山麓地帯においては、市街地、鉄道、道路は、流れと流れの間の高台の恩恵をこうむっている。
- 119——広い水界に沿った尾根道は、洪水の心配がなく、流は直角に尾根道と交差している。
- 120——人文地理学的な面から見た土地と洪水の関係については、少なくとも川の水理学や水文学ほどの広範囲にわたって研究されてはいない。
- 121——河川地質学も、ほとんどが単なる全体的な事実報告にとどまっており、人間と川との間の十分な調整をなしとげる上で必要になる実用的な情報を提供する定量的な研究が欠けている。

## (暴風雨)

- 122——暴風雨は、河川によって海に運搬された水を陸地に戻そうとする水文学的な循環の重要な要素である。
- 123——地球を包む大気には、過剰な蒸気の川があり、これが地球の表面に河川氷を供給している。
- 124——大気は、いかなる瞬間にあっても、わずかな水を保持してある。
- 125——もし大気中の水分が突然一気に凝結したとすると、平均して、僅か深さ1インチの水が生成されるであろう。
- 126——その答えは、嵐のメカニズムの中にある。嵐は湿気をきわめて多く含んだ巨大な気団が急激に集中することによって発生するものである。
- 127——温帯における嵐のそもそもの原因は、極地と熱帯性気団の不均衡にある。
- 128——地球は巨大な熱機関であり、赤道地帯で暖かく両極地で冷たい。
- 129——大気は交換がごく単純な形で行われれば、地球はどこへ行っても気候は一定であるが、地球の自転や、陸地や海洋の不規則的な分布により、その交換は単純なものではなくなってしまう。
- 130——陸地が海洋に比べて寒暖の差が大きく、ちょうど水のように熱の貯水池となる。
- 131——北部と南部、陸地と海洋での温度差が大きく、このためこれこれの気象と呼ぶ大気の変化が作り出される。
- 132——アメリカにおける降雨は、多くの場合、大陸へ侵入した南緯性の気団が強制的に押し上げられることによって発生するものである。
- 133——湿った空気は上空できわめて低い温度まで冷却されるため、凝縮された水蒸気を保持していられなくなるのである。
- 134——冷たい空気が前線を南へと押し出している部分は急峻で、暖かい空気が急に強制的に上へ持ち上げられ、局地的な集中豪雨をもたらす。
- 135——オハイオ川のような大規模な水系における洪水は、多くの場合、継続的な、温暖多雨気候によってもたらされる。
- 136——しばしば、極前線に沿って規則正しく進みその進行が妨げられ、一つの流域において前線が停滞することがある。
- 137——この場合、降雨はその一帯で数日間継続し、一流域には、大きな流れさえも氾濫させてしまうに十分な量の降水量となる。
- 138——この月、降雨の中心は、流域のそれと一致したのである。
- 139——何百という等降水量線図の分析から、水文学者は、暴風雨の強度、範囲、継続時間の基本的な関係を明らかにしてきたが、その結果が図-3である。
- 140——継続時間の長い暴風雨は、多くの場合広い地域を覆い、継続時間の短い暴風雨は小さな地域を覆う。
- 141——局地的な暴風雨の場合、1〜3時間のうちにかなりの降水量となり、一方広範囲な暴風雨では、その継続時間中の降水量が均一である。
- 142——もし12時間の暴風雨がわずかに10平方マイルの一帯を襲ったとすると、1時間で35%、3時間でおよそ60%の降水が予測される。
- 143——こうした関係は、あくまで平均値として考えるものであり、実際にはそれぞれかなりの趣いが見られることは言うまでもない。

## (雷雨)

- 144——洪水を引き起こす可能性をもつ降水量をもつ暴風雨のうち、最も嵐らしいのが雷雨である。
- 145——雷雨はほとんどの地域で見られるが、特に温帯地域では、温暖季、日中の暖かき時間にごく普通に発生する。
- 146——雷雨の継続時間は短く、しかも200平方マイル以上を覆うことはない。雷雨は、おそらくメキシコ湾や大西洋の緯度30度付近の南洋から来る、湿潤で過熱した気団の中に、大気の流れが局部的に激しく持ち上げられることによって発生する。
- 147——まず始めに上向き気流の対流によって40,000フィートの高さまで持ち上がった積雲が膨らむ。
- 148——上向き気流によって雲が成長すると、雲の両側に大気が吹き込んで上向き気流と合流する。
- 149——上向きの風が続くと、大気が広がって露点以下にまで冷却され、自由になった水分を上向き気流が保持できなくなって、降水が開始されるのである。
- 150——水蒸気が液体が変わるとき、気流に熱が加えられ、同じプロセスが繰り返される。
- 151——細かい水滴は、上向き気流の速度に乗って上方へ運ばれるが、この段階では、上昇が続くと、既存の水滴が成長せよ次から次へと水滴が生成される。
- 152——次いで、雲の最上部において水滴が雨滴の大きさまで成長し、これが落下し始めるが、強い上向き気流がおおられてまたたび細かい水滴となり、上方へ運ばれてさらにまた合体して落ちてくる。その繰り返しである。
- 153——そしてついに、水の負荷が大きくなって奔流のごとき雨が地上へ降り注ぎ、これが稲妻と雷鳴がわかる。
- 154——下向き気流は上向き気流を押し下から成長し、まもなく最高の風速に達すると上向き気流はまったくなくなって、嵐は最後の消散段階に入る。

## (ハリケーン)

- 155——ハリケーン、もしくは熱帯性サイクロンは、夏から初秋にかけて、湿気を含んだ空気層のある温かい赤道付近の海洋で発生する。
- 156——大気は中央部に集まってきて渦を巻き、そこで加熱せられた空気が上昇を始めて、気圧計が、初めはゆっくりと、そして徐々に激しく下降し始める。
- 157——次にこのシステム全体が、こまのように回転しながら前進し、移動を開始する。
- 158——まず反時計回りの風の回転であり、これはハリケーンの成長とともに激しくなって、毎時100マイルにも達する場合がある。
- 159——もう一つは風全体の前進運動であり、その速度は熱帯地方において毎時10~15マイル、北上するともっと早くなる。
- 160——熱帯性のサイクロンは世界各地で発生し、さまざまな名称で呼ばれている。
- 161——ハリケーンは局部的な沿岸にとって大なる脅威であり、メキシコ湾岸や南大西洋における主要な洪水の原因となっている。
- 162——ハリケーンの場合、その渦の右手前において雨が激しく、また長く続く。
- 163——ハリケーンの通過に伴う降水量は、通常20インチを超えることが珍しくない。
- 164——ハリケーンが陸部へ進むにつれて衰えていくが、これは湿った空気の源から遮断される上、風の抵抗を受けるためである。とはいえ、大量の降雨が嵐が完全に消散するまで続く。
- 165——ハリケーンは、フロリダの夏の終わりにおける降雨の主な原因となっている。
- 166——もちろん風も甚大な被害をもたらすが、むしろ水の方が大きな災害の原因となっていることがわかっている。
- 167——ジョージア州とキャロライナ州もハリケーンの影響を受けやすい土地である。
- 168——記録上最も大規模な洪水は、1940年8月中旬、南東部諸州において、1893年以来最悪のハリケーンによって引き起こされたものである。
- 169——引き続き嵐はアパラチア山脈に至る内陸部まで半円形を描いて進み、降水量は35,000平方マイルの地域にわたって平均10インチに達し、大小河川における記録的な洪水となった。
- 170——大西洋岸をそって通過するハリケーンは、ノースキャロライナ州ケープ・ハットラスを通過した後北東に進路を取り、これを海洋へ運ぶという「バミューダ高気圧」の横を通っていくのが普通である。
- 171——しかし時に、その東向きに進路が岸上で高気圧によってさえぎられると、ハリケーンはニューイングランドに移動していくことがある。
- 172——記録上、ハリケーンがニューイングランドを襲った例は決して少なくない。
- 173——1635年、記録上最初にニューイングランドを襲ったハリケーン以来、これまでに毎世紀5~10のハリケーンがやってきており、そのうち各1世紀半毎にきわめて勢力の強いものが一つ必ず含まれている。
- 174——1938年9月のハリケーンも、この地域で最も勢力の強かったものの一つで、低気圧の谷に入り込んだために、これによって平均時速55マイルの速さでニューイングランドを直撃し、約6時間後にケベック州に達した。

## (最大降水量)

- 175——これらのうち、標準的な雨量計で記録されたものも少なく、多くの豪雨は実際に発生したという証拠としては、豪雨をもたらした災害の爪跡しか残らない。
- 176——平均して300平方マイルあたり1個の雨量計しかないので、こうした異常な嵐が公式の雨量計によって正確に測定されるチャンスはきわめて小さいのであった。

- 177——24時間までの記録に関する限り、アメリカは世界各地の最大降雨量とほぼ並びをそろえているが、それ以上の時間になると、4日間で102インチという降水量を記録した世界最多雨地の1つといわれるインドのチェラプンジといった地域の比ではない。
- 178——ハワイのワイアリアリ山も降水量の多い地点で、年間の降水量は400インチを超えている。
- 179——北米大陸において最も雨のおおきい地域はワシントン州のオリンピック山地の西斜面であり、年最高降水記録はワシントン州ワノオーチーで1931年に記録された185インチである。
- 180——図4に示した降雨はすべて、狭い地域では短時間雨が、広い地域では長雨が、深遠な洪水を引き起こしているが、こうした降雨などの場所でも均等に発生しているわけではなく、ある地域では他に比べて特に集中的に降ったりする特徴があるので、注意を要する。
- 181——降雨強度は、概して海岸地域で弱いが、これは大気中の水分が多いからである。
- 182——気象学者たちもまた、北緯30度ぐらいから北部へ行くにしたがって降水率が下降していくことを認めている。
- 183——この図では南部から北部にかけての減少を見せしており、大平原を経て内陸に向かって変化していき、グレートベースンにおいて低い値になっていることがわかる。

### (降雪)

- 184——冬に雪が降って積もる地域はどこでも、雪が洪水の重大な原因となってくる。
- 185——これらの地域では雪もしくは氷が洪水と密接な関係を持っている。
- 186——冬の終わりにおこる地域によっては雪が積もり、これが解けると広い地域にわたって洪水の被害を受けることになる。
- 187——西部では、灌漑や水力発電用として豊富な水量を持つ異常な雪塊氷原が、若干の不安要素となっている。
- 188——降雨に融雪の遅れが重なると、洪水の危険性があるのである。
- 189——流出量が多いが、何週間にもわたって維持される。
- 190——しかし、北部の高い山岳部では毎年多くの積雪がありながら、洪水は起きていない。これは、融雪が春の取崩れとともにゆっくりと始まり、気温が上昇する前には完全に消えてしまうからである。
- 191——これに先立つ30日間、平均気温は平年を5°下回る24° Fとなっており、4月3日になって70° 台にまで上昇し、これが晴天の5日間続いた。
- 192——降雪が20~60インチにおよぶオハイオ州中部、ならびにミシシッピ、ミズーリ河谷上流地域では、雪のみが洪水の原因になることはまれである。
- 193——この地方における融雪は、冬から春の洪水を引き起こす一要因となっているにすぎず、主たる洪水の原因は豪雨である。
- 194——驚いたことに、冷たい雪の表面における暖かい水蒸気の凝結は、雪解けに必要な主要な熱源となる。
- 195——凝結に伴う熱と融雪に伴う熱の比率は、0.1インチの凝結が0.7インチの雪水を溶かすという関係になっている。
- 196——大規模な洪水が起こると、新聞には「洪水は、豪雨によって解けた雪によって勢いを増し」といった表現が決めつけて見られるが、雪の結晶が解けるのに伴う熱はさきわめて高いため、雨によってもたらされた雪解け水の量は普通取るに足らないものである。
- 197——地表に深く冷たい雪があると、積雪が浅い場合と同様、降雨後も急激に流れが上昇しないことがよく知られている。
- 198——一般に、雪が解けると、その結果生じた水が流出するまでにはかなりの遅れがある。
- 199——融雪は、氷原の表面から下方へ、流域の下流部から上流部へと進行する。
- 200——雪解け初期期において、雪解け水は氷原こしみこんでいく間に凍結する。
- 201——雪の構造が粗くなり、密度が増して、スポンジのように吸収する能力がなくなっていく。
- 202——融雪が進むと、水はスポンジのような吸収作用によって保持されたり、氷の層に保持されるかして雪の中に蓄積され、これによって古い雪の表皮層が形成される。
- 203——最終的に、解けた部分は地表にまで達するが、この頃にはもう急速な融雪が起こっており、雪のカーブにはたくさん水が毛細管を成す。これは「熟した」段階と言われるゆえんである。
- 204——排水流域では、水路の最下流部から分水界へと上向きに移動する帯を成して進行する融雪に伴って、雪解け水が集まってくる。
- 205——その速度はいつも、一般に気温や露点、風に関連しているが、これらの要素についての個々の詳細は少ないため、水文学者たちは、気温のみで融雪の速度を概算している。
- 206——地面の霜は水の浸透を妨げ、冬から早春にかけての洪水を悪化させるが、その影響は思ったほど深刻ではない。
- 207——そもそも、冬から早春にかけては、水分が多くなっているために吸水能力が低く、水の浸透は概して少なくなる。
- 208——たしかに異常な豪雪の場合、洪水警報を発する意味はあるけれども、予報どおりになるとは限らない。
- 209——水に換算して4~8インチ以下の雪については、雨が重要な要素になるが、深さがそれ以上になると、融雪の強度と継続時間が重要な要素となってくる。
- 210——時に雪と雨が融雪に加わると、非常に危険な状態となりうる。

### (アイスジャム)

- 211——雪解けが事もなく終了し、完全に普通の水になるまで安心できないことを意味しているのである。
- 212——雪解けが無事に終了するかわかれば、流れの中の氷の量、融雪の強度や急激であるかわかれば、そして氷を運搬できる水量によってさまざな。
- 213——通常、春の雪解けに先立って暖かい期間が続く、これによって雪解け水の氷の害れ目に遇せず、かつては堅固だった氷は、結晶の大きな塊の集まりになる。



- 214——見したところでは、1月の氷と同じくらい固く見えるが、実際はきわめてもろい構造である。
- 215——融雪が進み、雪解氷水の流はに合流すると、板状の氷が岸から動かして流れるという美しい光景が観測することになる。
- 216——氷が薄い場合には、たとえ緩んで流されても、早瀬や川幅が狭くなる地点や急激に曲がる地点、橋の開口部などで詰まってしまふことがある。
- 217——暖かい天候によって発生した雪解氷水による流出で増水した流はは、そうした氷によって妨げられ、堰きとめられてしまうのである。
- 218——ひとたび氷が堵塞してしまうと、そこに次々と累積してきて、川の水位は上昇を続ける。
- 219——そこで寒い天候に戻れば、雪解氷水の流出は食い止められ、詰まった氷も次の融雪までそこにとどまる。
- 220——氷のダムにせきとめられた水は、豊富なバックウォーターの力でこの詰まりが解消されてもしまふ限りそのまま成長を続け、これが急激に開放されると、下流において洪水を引き起こすのである。
- 221——1952年4月、ノースダコタ州及びサウスダコタ州のミズーリ川において発生した洪水は、地表を覆う氷と流を堰きとめた氷の大規模河川の洪水においてどんな役割を果たすかを充分に示すものであった。
- 222——3月の終わり、モンタナ上流で暖かい天候になったために支川の氷が解け、下流へ移動してきてミズーリ川の固い氷にぶつかって停滯した。
- 223——4月4日ごろ、北からの累積してきた氷によって水嵩が増した川は、あたかも回転ダムのように固い板状の氷を越えて水を押し出したが、時折、詰まった氷や氷の板に阻まれてその放流が寸断された。
- 224——氷の背後や下部にせきとめられた莫大な量の氷によって、ミズーリ川の流量は甚だしく増加した。
- 225——こうした河川では、暖かい上流においてまず表面の氷が解けて砕け、巨大な氷の塊を押し流して、また凍りついたままの下流で停滯する。
- 226——また他の洪水の特徴としては、カナダのマッケンジー川も、北へは流れ、北緯69°あたりで北海へ注ぐ川であるが、ここでは下流部で毎年氷によってダムが形成される。
- 227——全長約2,500マイル、680,000平方マイルの流域面積を持つこの川の水源地北緯52°付近にある、そこで春の雪解氷水が始まると、河口で氷が解えるまで2ヶ月間続く。
- 228——出口に氷のダムができると、下流の河谷は洪水となって、その水位は夏の標準値に比べて50フィート高くなるのである。
- 229——アメリカ北東部でも、真夏に、溶けかけた雪の氷の累積によって川が堰き止められたことによる洪水の例もいくつかある。
- 230——ほどなく流はは、浮遊する氷の結晶などによって粘りを帯び、速度が減少して水位が上がる。
- 231——雪解氷水は、速度が鈍ってくると、その滞留区に放流されるのである。
- 231——セント・ローレンス川は、五大湖の特許貯留作用によりきわめて均一な流れを持っているが、時折、セント・ローレンス島付近における甚だしい氷の停滯によって、水位が25フィートも上昇することがある。
- 233——氷の停滯は12月16日に始まって成長を続け、58日間そこに留まった後、2月12日に崩壊した。
- 234——崩壊する前の停滯した氷の厚みは最も低い部分で30フィート、全長は12マイルに達し、バックウォーターは100マイルにわたって逆流した。
- 235——氷が重要な意味を持ち、崩壊が毎年のように発生しているスカンジナビアやアラスカのような地域では、その予報についてかなりの科学的関心が払われている。
- 236——しかしアメリカでは、冬が過酷な地域もあれば冬の少ない地域もあり、条件が多様で雪解氷の時期も種類も特定できないため、予報は事実上無効であろう。
- 237——氷の停滯が防止したり予報したりすることが難しいが、毎回同じ条件で形成されるため、その再発は氷の停滯を招く障害を取り除くことによっておさえることはできる。
- 238——また形成段階ならば、ダイナマイトあるいはテルミット等による爆破で破壊することができる。
- 239——アメリカでは、氷の停滯による洪水で人命が奪われた例がない。
- 240——停滯部から上流のバックウォーターの水位は徐々に上昇するため、危険地域から避難する時間上充分にあるからであろう。
- 241——氷の停滯が解けてからの下流の洪水水位は急激に上昇するが、これも事前に警告することは充分に可能である。

#### (洪水の発展過程—水路へ流入するまで)

- 242——集水区域における洪水の生成は、流出過程の段階を追ってその進行を図で説明することができる。
- 243——図7は、湿気の多い気候における河谷の概念断面図によって、流出過程の一連の事象を示したものである。
- 244——洪水の始まりは、いそゆる嵐の前の静けさから始まる。
- 245——川は低く、地下水からのゆっくりとした浸透 (B) によってのみ水を供給されている。
- 246——好天により、陸地は水がぬい。
- 247——地下水から川の流出 (B) は、地下水面を X から X<sub>1</sub> へと下げる。
- 248——地下水面が水路以下に下降すると流はは干上がる。
- 249——地下水面がゆっくり下降していく過程で、地下の貯水能力は回復する。
- 250——植物による蒸散 (D) と直接の蒸発 (E) により、土壌の水が消散し、土壌の貯水能力も復元される。
- 251——図7Bは、降雨(P)が始まった直後の水文学的現象を概念断面図で表したものである。降雨は均一であり、強度が軽いものと仮定されている。
- 252——雨の一部(C)は直接流れの上で降り、即座に流量の増加をもたらす。

- 253——別の一部 (M) は植物体にさえぎられ、さらに別の一部 (D) は地面を湿らせ、地表のくぼみに入り込んだり水溜まりに溜まったりする。
- 254——もし地面が水分の少ないまま凍結してしまえば、霜柱は浸透能力を向上する役割を持つ。
- 255——降雨 (P) が長びき、強度を増した場合、植物もすべて濡れてくるため、降雨はすべて地面に到達する (N)。
- 256——地表のくぼみの水はあふれ、その後降り注いだ雨水が湧いて流出物となるか、もとの土壌に浸透していく。
- 257——浸透率の変動が大きく、すでに土壌に貯えられていた水の量によって変わってくる。
- 258——何もない土壌よりは、植物の多い土壌の方が多くの水を吸収しやすいことが分かっている。
- 259——降水量が浸透率を超えてしまうと、表面流出 (O) が発生する。
- 260——表面流出は、その経路である地表の浸透能力により、水路まで到達する場合もあれば、しない場合もある。
- 261——雨が降っている間、土壌の水分が増加し (S)、土壌の浸透能力が限界に達すると、まず河谷の浅い部分の、中間流出があふれ出て、小川となって流けに注ぎ込む。
- 262——降雨と地下水の補充が続くと、地下水面は上昇し、流けに注ぐ基底流が増加する。
- 263——細流や小川には、表面流出、中間流出、そして基底流としての地下水という三つの水源から集水される。
- 264——表面流と中間流出は、降雨の緩急に応じて波のようになって陸地から流出していく。
- 265——こうした水源は洪水の大部分を占めている。
- 266——大規模な洪水の後半では、流域のすべての天然の貯水容量は飽和状態となり、流けへの流出率は降水量に近づき、やがて同率になる。
- 267——流けの水位が頂点に達し、水溜りに貯留された水は洪水が下流へ行くにしたがってすみやかに排水される。
- 268——やがて天候が回復し、蒸発 (E) と蒸散 (M) になり、植物の水分、地表の水溜まり、土壌の水分もまた干ばり始める。
- 269——水溜まりから土壌への浸透 (I) はまた活発で、土壌の余剰水は地下水面 (R) に浸透している。
- 270——この全過程がもたれ最初の段階に戻り、陸地の貯水能力、すなわち自然の洪水防衛能力が復元する。
- 271——最初の段階は第3の段階と同じくらい重要で、これが短くと貯水能力が低くなり、流出過程は、第3段階へ、そして活発な洪水段階へと入っていくのである。

### (洪水の発展過程—水路)

- 272——流けが下流へ行き支流と合流するにつれて、次第で増加していく集水区域からの水が集められ、排水領域すなわち集水領域の規模が流けの特性として最も重要な要素の一つになる。
- 273——図8 Aは、サンパ川における下流へ向かう流けの変化を示した流量曲線である。
- 274——この図形は洪水波の形成を示している。
- 275——洪水が上流から下流へ移動するまでに3日間を要していること、また洪水波が下流へ行くにしたがって拡大しており、流量として何層も増加していることに注意したい。
- 276——図8 Bは、シャトウカ川上流における流量、ならびにクリオ付近の下流における流量を、集水区域における平方マイル当たりの流量で立方フィート単位で表したものである。
- 277——図8のAとBを比較してみると、下流方向においては流量が増加するものの、集水区域の単位面積当たり換算では下降していることがはっきりわかる。
- 278——この減少は、河道における低減作用を反映したものである。
- 279——氾濫原には大量の水があふれ、各段階ごとに増加していく。
- 280——河床の貯留部分へ向かう水は流量の増加を抑制している。
- 281——こうした莫大な量を見ると、貯水池による洪水防衛の試みに対して根本的な疑問が湧いてこないわけにはいかない。
- 282——洪水到達時間 (流出における集水時間及び流速時間) も、集水面積同様に重要な問題である。
- 283——この時間によって、流出が急激に集中し、短時間で大きなピークを示すか、あるいは長時間にわたって拡散するかが決定される。
- 284——集水区域におけるラグ (洪水到達時間) はきわめて一定の特性を見せ、上流に中心をもつ嵐の場合は長く、下流に行くほど短くなるが、一般にその流域におけるラグの分布の範囲は比較的限られている。
- 285——図9に示すとおり、たいたいの傾向として、ラグは集水区域の規模によって増加する。
- 286——同規模の異なる流域間において、流けが乾んでいるか (ラグが長い)、早いか (ラグが短い) によってラグはおよそ3倍の開きがみられる。
- 287——河道の貯水能力は流域のラグと嵐の継続時間との関係で表すことができる。
- 288——長い嵐の間、流量は実質降水量と均衡を保つまで上昇する。
- 289——したがって、ここでわれわれは、洪水の最大量を増加させる効果と、これを減少させる効果という、嵐の継続時間によってもたらされる相矛盾する効果に直面する。
- 290——流域におけるラグと嵐の継続時間のさまざまな組み合わせを分析した結果によると、流域にとっては、嵐の有効継続時間が流域でのラグと一致する場合が危険であることが分かっている。

### (洪水の分析)

- 291——洪水はまず、メキシコ湾からの暖かく湿った大気が、普通なら東向きに進むその経路を阻む二つの寒気団の間に入り込んで、上がってきたことによって始まった。この寒気団は、ちょうど山間の道を吹く風のように、暖かく湿った大気を一本に集中させた。
- 292——寒気団の斜面を上がっていく湿った空気がやがて冷え、メキシコ湾から吸収された水分が凝結して雨となって降った。
- 293——一本に集中したことによって生じた潤量は、1935年の8月6日から7日にかけてマスキンガム流域中央部で達した。
- 294——12時間平均的降水量は、1,500平方マイルにわたって7.5インチ以上、5,000平方マイルにおいては5インチ以上となった。
- 295——降水の時間分布を示す記録はきわめて少ないが、断片的な資料によれば40%が3時間以内で降り、65%が6時間以内で降っている。
- 296——流量のピークは毎秒19,700立方フィートで、これはその集水区域における毎時0.1インチに相当する。
- 297——流出量は、6.3インチの降水量に対して3.0インチ相当であった。その差3.3インチは、土壌の水分および地下水として保持された量である。
- 298——嵐は約12時間継続したため、平均浸透率は毎時0.3インチだったが、この率を超える降水のみが洪水流出をもたらすものとなる。
- 299——明らかに、河道調節水池として機能しており、流入量の累積が流出量よりも多くなっている。
- 300——このように低い値なので、1935年8月の嵐は、シュガー・クリークにおける最大の記録となったにもかかわらず、この流域にとっては特に危険なものであったとは言えないことになる。
- 301——たとえば、1935年8月のものと同じ生起確率の嵐が、この310平方マイルの流域で18時間継続した場合を考えてみよう。

### (洪水の発生する場所)

- 302——洪水の発生は国の中で地域ごとに異なる。その主たる原因は気候であるが、アメリカでは、完全に砂漠からオリンピック半島の湿潤生の熱帯雨林やアパラチア山地に至るまで、天候はきわめて多様である。
- 303——河道や氾濫原も気候要素の一部をなすもので、嵐の間土壌の水分を補充するのに必要な量以上の降水を調節する役割を持っている。
- 304——地域の流れが早い場合は、主に土地の険しさや河道貯留量、地下水の帯水層（水を含んだ層）の浸透性や容量といった地文学的要素によって左右される。
- 305——各地域における洪水発生は、まず気候との関連で、そしていくぶんかは地文学的な要素によって説明されるのである。
- 306——アメリカ北東部は、概して年間を通じて均一な降水分布を持つ地域で、冬には雪や雨が降る。
- 307——雪は長くは残らず、最大積雪量は平均2~4フィートであるが、積雪が少い場合でも水分の濃度は20~30%という高い値を示し、洪水流出の潜在的な原因となる。
- 308——分析によれば、北東部において記録されている大規模な洪水は、いずれも雪解けに関連しており、その流出量は10~15インチである。
- 309——この氷が解けると、冬および春の雪解け時の洪水条件を悪化させることになる。
- 310——こうした嵐によって引き起こされた洪水流出量は、8~10インチを超えることはめったにないものの、きわめて集中的であり、最大の流量は、普通の冬の洪水時の流量と同等か、所によってはこれを上回る。
- 311——こうした夏の嵐はまた比較的小さな地域を包み込んでしまうこともあり、これによって生じる洪水は、特に暴風雨の中心の直下にある小さな小川においては、通常きわめて深刻である。
- 312——この国の南東部は湿潤生の地域で、季節による降水分布はきわめて均一である。
- 313——この地域は、北東部に比べて降水量は多いが、雪はまれである。
- 314——一方この地域は、アメリカ史上に残る最大級の暴風雨をいくつか経験している。
- 315——小さな河川は、豪雨時を除けば干上がっており、ロッキー山脈の源を発するより大きな河川のみが年間を通じて流れている。
- 316——洪水流出に大きな役割を果たす豊富な量の降雪があるのは、大平原の北部、すなわちミズーリ川流域のみである。その他の地域では、雪は吹きつけるものの、積もることはない。
- 317——それでも雪は、ロッキー山脈を水源とする河川の洪水における大きな要因となっている。こうした河川は、毎年の冬から春、流下する過程で次第に水位を上げながら大平原を流れていくのである。
- 318——嵐は5日間継続したが、ほとんどの降雨は一日に集中した。
- 319——こうした嵐は、メキシコ湾からの水分を多量に含んだ大気が陸地から上がってきて急速に移動することによって形成される。
- 320——冬に降水のある太平洋気候は南緯度にて東部まで達し、一方、夏に雨の多い大平原型気候は北緯度において西へち伸びている。
- 321——それ以上の標高では、春から夏の初めにかけての気温が氷点ぎりぎりであるため融雪がきわめてゆっくりと進行し、洪水を引き起こすことはない。
- 322——徐々に上昇する気温と、温暖な気候による早目の融雪はゆっくりと水を流し出すため、危険な洪水は発生しない。しかし融雪が遅れて晩春になって山に豊富な雪が残っていると、下流における水位が上昇することになる。
- 323——大規模な洪水の記録では、雨に雪が加わることによる洪水流出は、一回の洪水で1.5~3.0インチの範囲内であり、これはアメリカにおいて起こりうる最大の洪水流出であるが、流出が何週間にもわたって続いたため、強度としては大きくない。
- 324——最大の流出量は、集水区域面積において類似のニューイングランドにおけるそれと比較しうるものの、この章の後で図20に

示すアメリカの包絡曲線の半分程度である。

325——これらは一般に夏、湿気を含んだ大気が急速に上昇する山間部や河谷平野において、湿った空気が暑い日中の対流により上昇する時に発生する。

326——気団がこの地へやって来ると、台地や山地の上を、北や北西へ向かって進行する過程で強制的に上昇させられる。

327——短く局地的な、対流性の雷雨は、多くの場合数日かけて、間接湿り気のため傾斜を付さんで広い範囲に拡散する。山地や峡谷からはるか離れた平坦な土地での雷雨は、決して珍しいものではないのであるが、これらは地勢上鋭い傾斜があったり、高い山地で風上方向への傾斜がある部分で発生しやすい。

328——記録によれば、最も激しい雷雨は正午から真夜中の間に発生しており、その原因は大気の低い層における放熱による局地的な対流である。

329——強度が最も高くなるのは嵐の始まりに多く、たいへんの場合、数時間穏やかな雨が降って終結する。

330——こうして集水区域においてもたらされる流出をインチで表すと小さく、1/2インチを超えることばかりで、流出が1~2時間以内に集中するため、流量は比較的少ない。

331——実際、豪雨による洪水は、峡谷が隔ける沖積土層状地に建てられた街に甚大な被害をもたらす。損害は豪雨によって運搬された堆積土砂によってさらに増加する。

332——より多くのものを含んだ洪水が泥流と呼ばれ、峡谷を下ってきて、莫大な量のモルタルやコンクリートのように、扇状地へ吐き出されるのである。

333——洪水の被害を受けやすい河川は、平野で凍結した湖末を流れるもので、その岸が低く広く、過剰な量の流出はすぐに洪水となって外へ溢れ出していく。

### (洪水の発生)

334——洪水は季節を通じて発生するものであるが、発生しやすい時期はある。

335——季節による洪水の発生を左右する主な要素として、(1)特に雨の多い季節があること、(2)緯度や標高によって決定される気温の季節的変化の二つが上げられる。

336——気温はまず積雪や融雪を左右し、次に土壌の水の蒸発を、したがって地面の貯水能力を左右する。

337——この気温の影響ゆえに、冬と春が注たる洪水の季節となる。

338——涼しい季節では地面がゆっくりと乾燥し、凍結した地面が浸透を妨げ、地面の吸水能力は最低となる。

339——降水による大規模な流出は起りやすい条件となるのである。

340——融雪が、暖かい季節の到来とともにその頂点に達すると、南部で洪水の早めにピークを迎え、北部では遅めとなる。

341——また、東部では、洪水の季節が南から北へと進行していき、湾岸部州では通常1月、2月、3月にピークを迎え、ケベックでは4月、5月となるのである。

342——南北のこうした相違に重なるのが、西部における標高の差によって起こる季節的な水位上昇の地方差である。

343——河谷の流は、高い山脈において雪によって水が供給される川よりも数ヶ月早く一年中で最も高い水位となる。

344——晩夏から秋にかけては、大規模河川において洪水の少ない季節となる。

345——この時期はまた、南東部や湾岸地域でハリケーンによる洪水がある時期でもある。

346——しかし、その他の地域では、夏の洪水や秋の「カボチャの季節の洪水」は、一時的な気候になった後で、集中的な豪雨が降った場合いつも断片的に発生する程度であり、被害を受ける地域も、冬の嵐に比べると比較して小さい。

347——大きな河川では、季節的な特性が顕著である。

348——オンイオ川のピークは1月から4月にかけてやってくるのが特徴であり、ミズーリ川の中下流では二つのピークがある。

349——また、通常、大平原が雨期に入る6月にピークを迎える中流域、下流域からの水もこれに加わる。

350——冬では1月に集中するが、奇妙なことに真冬の2月には洪水による被害がほとんどない。4月もまた洪水被害の多い月に数えられ、夏では6月と7月に多い。

351——洪水を考える上で、こうした季節的な特性がきわめて重要である。たとえば、農作や、ダム、橋の工事工程を作成したり、季節的な支那に合わせた灌漑の所有権を決定したりする場合など、洪水発生が少ない季節を利用したり、洪水貯水能力を生産的に活用するなどによって利益を生むことは充分可能なのである。

### (洪水の規模)

352——太古の昔から、人間の進歩と経験に対して河川が持っている重要さについては、数々の記録が残されているが、定量的・科学的な観点から川の挙動を示した資料となるものはごく少ない。

353——歴史的に興味のある事実として、実際1762年と1763年に、この要塞で、記録上最も大きな二つの洪水が発生しており、後者は以後173年間その記録を塗り替えられることがなかった。

354——ニューイングランド州や大西洋沿岸地域におけるいくつかの川においても、こうした方法によって、不完全ながらも植民地時代まで遡って洪水位の記録をたどることができる。

355——これらの流量は、概して、水面に浮きを流して速度を測る方法に基づいて求められている。

356——しかしながら、自然流の速度や流量を測定する方法が本質的に開発されたのは、ここ75年から80年のことにすぎない。

357——ナイロ河谷の収量も毎年夏の洪水に依存しており、洪水の高さによって、土地がどの程度耕作できるのか、どの季節が灌漑に

なるのか決定されてきた。

- 358——しかし、最も有効な資料は、カイロのログ測水所におけるもので、ここでの年最高水位の観測記録は、紀元622年以降、16世紀と17世紀の一部を除けば完璧なものである。
- 359——洪水位とは、川が災害を引き起こすか、あるいはその危険性がある水位として定義される。
- 360——これらの表を見ると、洪水についての結論をきちんと出すためには、長期にわたる記録の有無が非常に大切である。
- 361——オハイオ川の記録では、河川水位の上昇が1850年に始まっていることがわかる。
- 362——こうした1世紀に及ぶ記録があれば、ここでの洪水が今、かつてない最悪の状況になっていると結論できるだろう。
- 363——その100年前にさかのぼる記録を見れば、1850~1870年頃に洪水の活動が少なく、主な洪水はむしろ1760~1800年頃に発生していることがわかるのである。
- 364——洪水の比較は、その再現期間を基に行われる。
- 365——われわれが100年確率洪水、1000年確率洪水などと言っているのは、ある規模の洪水が、あくまで平均して10年に一回、100年に一回の頻度で発生していることを意味している。
- 366——これは10年、あるいは100年に一回という均一な割合で起こっているという意味ではない。
- 367——100年確率洪水が2~3回、ごく近接した時期に起こっている例もあろう。
- 368——最近では、四つの洪水がまとまって起こった例もある。
- 369——100年確率洪水が1世紀あるいはそれ以上をわたって記録されている場合もある。
- 370——1000年ぐらゐの長い歴史の間には、10の100年確率洪水があることになる。
- 371——また別の方法として、一部の水文学者は、100年確率洪水をその年において100に1の可能性で発生する洪水として定義している。
- 372——再現期間については、大規模な洪水が起るたびに問題がされてきた。
- 373——レプブリカン川において、50年間その記録を塗り替える洪水がなかったのであるが、1935年5月にレプブリカン川流域は嵐に見舞われ、ワケフィールドにおいて洪水のピークは毎秒ざっと180,000立方フィートに達したのである。
- 374——こうした予期せぬ洪水が過去何度も起こっており、今後も起こるはずである。
- 375——ここで、記録されるたびに洪水が大きくなっており、洪水規模が著実に増加しつつあると一足飛びに結論するのは誤りである。
- 376——上の曲線は、下の曲線の約5倍となっているが、これは洪水の条件が変わってきたことを意味するものである。
- 377——記録上さらに大きな洪水が起るかも知れないが、確率の法則の問題なのである。
- 378——洪水周期を予想する上で最も物議をかもす側面として、ある特定の川において起こりうる最大の洪水というものがあるかどうか、あるいはどのような洪水も起こりうるか洪水の大きさやその発生確率も少ないかどうか、という問題がある。
- 379——優秀な水文学者故R. E. ホートンは、かつて洪水の規模は、常に再現期間が長ければ長くなるほど大きくなるが、その増加には一定の限界があり、無限ではありえないと述べた。
- 380——故メリル・パーナードによって洗練された技術となった水文気象学的方法論では、次のような命題を立てて、これに対する解答を模索しているのである。すなわち、「記録にあるこの嵐は、より大きな強度、より長い継続時間、より激しい程度のものであった可能性が低いのか。」
- 381——大規模な洪水のあと、嵐がもし数マイル西や南に中心を持っていれば、これが引き起こす洪水ももっと大きくなったかもしれない、といった考察が行われるのはよくあることである。
- 382——事実、嵐を移動させて考えてみることは、記録上最大の洪水が、さらにどれほど大きな一連の現象を引き起こしていたかを知らせてくれる方法なのである。
- 383——嵐を移動させて見る時、もとの位置と変位位置間の水文気象学的条件に若干の調整を加えなければならぬ。
- 384——たとえば、北もしくは北東部の方へ移動する場合、降水量を減じて大気に含まれる水分を減少させてやる必要がある。
- 385——また、嵐の移動は、水文気象学的に等質な地域内に限定して行う場合のみ有効である。
- 386——分水界をまたぐような嵐は、もし単一の流域に直接中心を移すと、より甚大な被害をもたらす。
- 387——理論上の移動によって洪水を増加させることができるのみならず、等降水量線の形状や方向を変更してみることも大きな効果を挙げるものである。
- 388——流域と直角に交差する長い扇形のノクターンを持つ嵐は、もし流域の形状に一致したノクターンがあれば、さらに甚大な洪水を引き起こす。
- 389——さらに、大きな嵐の場合において長く尾を引く降水ノクターンは、その形状も方向も変更することはできない。
- 390——オハイオ川のようないくつかの流域は、その形状が大きな嵐の等降水量線にほぼ一致するため、オハイオ川における洪水発生率が増加する。
- 391——水文気象学的研究によれば、降水量は、一部には、その時点で降水される水分が大気中にどれだけあるかによって決まることを明らかにしている。
- 392——こうした分析は、水分の調整を行った小型の嵐が、記録上の最大の嵐の調整値を超えてしまうといったおもしろい結果を導くことができるのである。
- 393——雲は、さらに問題を複雑化する要素である。
- 394——嵐の動きと下流へ進む洪水の動きが同調すると、嵐が上流方向へ移動する場合よりも大きな洪水が引き起こされる。
- 395——前者の場合、嵐は絶えず洪水を助長し、後者において嵐の初期に生じた流出量が、流域が嵐が上流へ到達する以前の状態にとどめることになる。
- 396——問題は、最大の気象学的要素を計算するたびに終わらない。

- 397—— 始めの雨の多い時期に、土壌が水分を多量に含んでしまうことが、最大の洪水をうむ重要な要素となるのである。
- 398—— したがって、最大の嵐から理論上の洪水流出を導くには、記録上その季節の最低の浸透率を使用しなければならない。
- 399—— ここで「最大の」という定義は、起こりうるがこれまで超えられたことのみを規模の洪水を意味することはできない。
- 400—— もちろんこの新たな記録はさらに確実な計算の基礎となったが、同時に、水文気象学的分析の結果採用できる記録によって制限されるものであることを示唆するものとなった。そして、こうした理由から現在「ありうべき最大の嵐」といった定義が用いられているのである。
- 401—— グレート・ソルト・レイクは、かつて現在の五大湖の一つぐらいの大きさを持つ淡水湖であったボネビル湖の名残りである。
- 402—— 波によって削られた台地は北西州や北州、三州があり、全体としてその自然は長く手付かずの状態に保全されていたが、1930年の洪水が、手付かずだった三州や台地の砂浜や砂利部分にまで進出し、旧湖の湖底に堆積物を放出した。

### (洪水発生頻度)

- 403—— 洪水の発生頻度予測は、測水所での記録によって以下の手順を経て行われる。
- 404—— はじめに、水位か流量のどちらかについて、各年の最大値を、最も高いものを1として規模順に番号をつける。
- 405—— 各洪水の再現期間を $N+1/m$ という単純な公式で算出する。ここでNは記録のある年数であり、mは規模の番号である。
- 406—— データは通常、最大値の統計学理論に基づく時間目盛りのあるグラフ用紙に記入していくが、分析は全く経験に基づくものなので、時間目盛りはさほど重要でなく、上限を圧縮し、下限を拡大した目盛りならば十分である。
- 407—— グラフ上にプロットした点に沿って線をひくことによって、それが観察したデータの範囲内であれば、ある特定規模の洪水の再現期間を予測することができる。
- 408—— 未知の変数を外挿した洪水生起頻度曲線を作ることには控えたい。
- 409—— 25年から200年の直線目軸はグラフ用紙上でまきわめて短いが、そこに落とし穴が潜んでいるのである。
- 410—— しかし、観察した洪水がさまざまな間隔で再発する可能性を算出することができる。
- 411—— 25年間の記録における最高位の洪水が、12年間、もしくは52年間の記録においても最高位となる可能性は50%であるという計算ができるのである。
- 412—— 測水所が小川の場合、洪水流量の計算に面倒で正確な値にならないため、その地域一帯の洪水記録の加算結果に基づくことを余儀なくされる。
- 413—— グラフ上の点は、年間の平均的な洪水(年平均洪水)を意味しており、グラフの有効性を示すために付けられたものである。
- 414—— グラフの傾斜は、各生起頻度の洪水流量が、集水区域の0.8乗で変化していく事を示している。
- 415—— 流量は集水区域と同じ割合で増加していくはずだという確固たる法則性が見て取れる。
- 416—— 既存の記録から洪水生起頻度を研究することにより、25年あるいは50年確率洪水の生起頻度をかなり信頼できる範囲で判断することができる。

### (洪水の測定法)

- 417—— アメリカにおける洪水の水位や流量の観測は、政府の河川測量計画の一環として行われている。これは合衆国地質学調査会の特別任務で、主要な川及びその支流における合計6000以上の測水所に関して、州や地方自治体と連携して継続しているものである。
- 418—— 洪水はいつ起こるか分からないものであるため、ふだんの継続的な観察を維持し、もし洪水が発生したら即座に任務につける体制にしておくことが重要になる。
- 419—— 流量観測所におけるもう一つの作業は、流速計を使用して、「水位・流量関係」と呼ばれる水位と流量の関係を明確化することである。
- 420—— 測定水位記録は、毎日、一回あるいは2回といった定期的な測定によって、または連続的なグラフを記録する自動水位記録計を用いて得られる。
- 421—— 観察者によって定期的に取り出される測定器は、その構造により異なる。量水標と呼ばれるものは、目盛りのついたものとして、橋桁とか川の堤防に取り付けられ、水の高さを直接その目盛りで読めるようにしたものである。
- 422—— その他の記録式での測定具としては、ワイヤーや鎖で吊るした錘を川の表面に付くまで橋から吊りおろすと、目盛りによって高さが読み取れるようにしたものである。
- 423—— 記録式の測定器は、通常、観測井戸の上に設けられた箱に収納されている。
- 424—— 観測井戸が川岸に設けられており、パイプによって川と接続して、川の水面と井戸の水面が同じ高さになるようにしたものである。
- 425—— 記録器は次の2部品からなる。(1)記録紙を一定の速さ(通常毎日2.4インチ)で送るゼンマイ。(2)浮子と浮子ケーブル。この浮子の上下動に合わせてグラフ用紙上でペンが鉛筆が動く。
- 426—— 水位の記録を流量の記録に変換するには、水位・流量関係の方法を用いる。
- 427—— 流れのある地点における任意の流量は、任意の水位と密接な関係を持っているが、こうした地点は、一定の水位・流量関係が存在すると言われる。
- 428—— この関係は、流速計を使用し、川の多くの異なる水位において流量を測ることによって決定される。
- 429—— こうしたグラフの形式では、この関係が性能曲線(水位・流量曲線)と呼ばれる。
- 430—— とりわけ洪水の期間における流水の作用、ならびに河床や河岸の氷は、河の水路の物理的特性を変化させ、この関係におい

- これに応じた変化をもたらす。そして各測水所において、H-Q曲線の変動を検出するために、観察測定が行われることになる。
- 431——多くの河川では、H-Q曲線の水位の低い部分（低水位制御）は、河床における局所的な変化によって影響を受けるが、水位の高い部分では固定している。
- 432——水位の高いところでは、川は全水路と氾濫原をかなりの区間わたって満たし、その全体的な組成と規模は、最も尋常ならざる洪水でもなかなかに影響されぬ。
- 433——流量の測定によって、変動の発生したことがわかった場合には、新しいH-Q曲線が決定される。
- 434——流量の測定は流標計で行われるが、これは適用された最も早い例は1790年まで溯る。
- 435——流標計の回転は、カップの河側の側壁に働く水圧の差によって起こり、カップは、水の速度に比例した率で回転する。
- 436——堅牢で分解掃除も容易であり、洪水等の通常の使用条件においてもその精度を維持でき、濁流においても堆泥の影響を受けずに使用できる。
- 437——流量は、流れの断面積と平均速度の積に等しい。
- 438——これは、流れに沿って一定間隔で深さを測定することによって行われる。
- 439——洪水時には、流標計をケーブルで吊り下げ、測定装置を空中索道にしつらえた台車の上から行う。
- 440——洪水時の測定条件は技術者の熟練を要する。
- 441——ほとんどの小さな流れは、水位がきわめて急速に上下するため、技術者がやつのことで測水所をたどり着くころには洪水は終わってしまうのである。
- 442——さらに、大規模な洪水の場合には道路も流れ流されているから、技術者が測水所をたどりつづけることもあり、たとえ都合よく到着したとしても、洪水がピークにある時は、のみこまれた流れが漂流物を運搬しているために、流標計などを差し込むことができない。
- 443——下流の流量は摩擦によって減るが、一般に水路の定常流においては、重力と、流れを減速させる摩擦との均合いが保たれている。さもない限り、流れは自由落下の法則に従って加速するばかりであろう。
- 444——実験や実施によって、マンニングの速度式が最も実際的で、端々の法則としてあてはまることがわかる。
- 445——もし、洪水が通過した直後に技術者が適当な区間の流路を調査して、その幅や断面積、平均深度、水面勾配を測定できれば、平均速度を求めることができる。
- 446——水路の条件にあわせて摩擦もしくは粗度係数が選択される。
- 447——こうした係数の値は決定的なものではなく、長い経験の結果として確立されている。
- 448——平均速度の値が算出されると、流量は単に流れの断面積とその値をかけた値として求まる。
- 449——この閉鎖開口部法では、流路がきわめて短いため、摩擦は無視でき、万有引力の法則が適用しうる。
- 450——これは、ガリレオやニュートンの実験から、摩擦のない状態において物体が落下高の平方根に比例した速度で落下することを知っている。
- 451——この方法を使用して成功するか否かは、洪水が大幅に圧縮され、圧縮された箇所において下流への水位が甚だしく下降する部分を見つげられるか否かにかかっている。
- 452——重要な測定項目は、クレストの長さとその地点の「静水頭」、つまりダムの上流側の水位と、クレスト高の差である。
- 453——この方法によって得られた結果の信頼性は、ダムの均一性、河床からのダム高、最高水位時の透明度と淡水性にかかっている。
- 454——ダムが必要な条件を満たした場合、最も信頼できる洪水流量の間接的決定が行えるはずであるが、現実には適切なダムは少なく、この方法もめったに用いられる事はない。
- 455——間接的方法の信頼性の鍵となるのは、洪水後の河床調査が十分に迅速に行われるかであり、また最高水位の痕跡がまだはっきりしているうちに進むかである。
- 456——それぞれの洪水後の短期間、最高水位は、草や灌木の上の洗われた跡ですぐにわかるし、地面のわずかな細かな漂流物、木や建物のしみによってもわかる。
- 457——こうした洪水の痕跡は、消えてしまう前に調査員によって固定され、最終調査が行われるまで、半永久的な目印として参考の基準となる。
- 458——間接的方法を利用する上での注意としてはさらに、洪水の痕跡が、明瞭であるのみならず、水理学的条件が、適用される公式の理論的考察に最も近くなる場所を選ぶことが望まれる。
- 459——かつて、こうした方法が、その原理や現場での応用がなじみのない人々に使われたことがあったが、何度も反復して確かめてみた上で、その信頼性は文句なしの評価が与えられたのだ。

### (最大洪水流量)

- 460——水理学者たちにとっては、新たな流量記録をその集水区域との関連で検討することが習慣になっている。
- 461——最大規模の洪水流量の多くが東部中央テキサスで起こっているのは驚くべき事で、西インド諸島で発生して西方向に進路をとり、テキサスを経て大陸を襲う熱帯性の嵐は、たいていきわめて活発な中心をもっている。
- 462——グラフは、最下流部で急激に上昇し、最上流部で平らになっており、1937年2月、アーカンソー州アーカンサス市におけるミシシッピ河で記録された、毎秒2,160,000立方フィートというアメリカ史上最大の流量に近づいていく。
- 463——1平方マイルの川となると、何千という数になってくる。
- 464——したがって、この包絡線グラフは下端では1000年確率洪水を、最上端では50~100年確率洪水をそれぞれ表していることになる。

- 465——この包絡線グラフが弯曲していることにはもう一つ理由がある。
- 466——小さな流域において、洪水は流域全体を覆うものとなり、集中的な嵐が流域全体を覆って、紙流がすべてその堆積物や余剰水を運搬することになるが、ミシシッピ川のような大規模川を覆う嵐の場合そうもいかないから、最大洪水量は、一度に1, 2の大きな支流によってのみ作り出された量に限定されるのである。
- 467——図20のスケッチは、1890年現在の洪水の限界を示したものである。
- 468——それから60年後、当時知られていた洪水量の上限は、小さな流域においておよそ10倍、大規模川では3倍におよぼされた。
- 469——この理由から、地質学調査会の水理学者たちは、局地的な洪水をひとつひとつ探査して最高水位の目印をつけるのを常としている。
- 470——こうした間接的な洪水量決定方法の利用が多くなることにより、結果的に、小さな川における洪水発生可能性についてのわれわれの知識は断片的に向上したのである。
- 471——包絡線グラフにはさらに多くの点が書き込まれるであろうが、紙を突き破ってしまうほどにはならないだろう。
- 472——たとえば、洪水到達時間が6時間と短い150平方マイルの流域を考えてみよう。
- 473——テキサス州エトワース台地のシロームズ・フロントにおいて数字が高くなっているのは、この区域が洪水発生率の最も高い地域であることを示している。
- 474——一般化することは危険だが、洪水流量の発生可能性における地域格差は大きめに説明することができるのである。
- 475——その流れの洪水発生可能性を決めるのは、地質的、局地的なさまざまな要因である。
- 476——図24は、広範囲における特徴しか示しておらず、ある川の流れは急で、ある川は比較的よどんでいるといった個々の特徴を決めようとするものではない。

#### (洪水被害)

- 477——また、火災による損害からみても大きな額ではないし、農作物の害虫による被害に比べればほんの一部でしかない。
- 478——平均値というものが誤解を招きやすい。
- 479——その上比較的小数の自治体がその洪水のもたらす害のすべてをこうむることになり、人々の生活と財産に直接影響することになる。





1. 文明が始まって以来、洪水ほど克明に記録されてきた自然現象は数少ない。
2. 旧約聖書には大洪水の話はあるが、これを信じるかどうかはともかく、世界中のどの民族を見ても類似の伝説をみおとすことはできない。
3. いくつかの河谷では、洪水が経済的なメリットをもたらしている例もある。たとえばエジプトであるが、ここではおそらく5000年間、洪水こそがナイル河谷に住む人々の命の流れとなっていたし、今日なお、アフリカを超えて南太平洋から吹いて来る湿気を含んだ気団が、エチオピア高地の青ナイル源流を直撃する瞬間まで、その洪水規模を予測することはできないのである。
4. エジプトでナイルの洪水が生活の糧になっていた一方、インドや中国、その他東洋では5億人もの人々が氾濫原に居住し、米や小麦、キビ、トウモロコシ等を栽培しており、浸水や死の危険に晒されているのである。
5. われわれは、ミシシッピ下流の洪水防御計画について、当然のごとく「その内容と効果においてきわめて巨大な」ものとして語っており、事実この計画は、堤防や放水路その他の画期的な技術によって、1平方マイルあたり80人という密度でこの一帯に暮らす250万人もの人口を比較的安全に保護して来た。
6. しかし、もし1億6000万人という我が国全体の人口が、中国の主要河川の沖積氾濫原やデルタ地帯に移り住み、1平方マイルあたりの人口密度が1,000～3,000人ぐらいになったとすると、黄河で記録された最古のもので、かつ紀元前2,297以来、「中国の悲しみ」と呼ばれてきた大洪水に中国の人々が直面してきたものと同じ問題に直面せざるをえないであろう。
7. 何世紀にもわたる侵食や堆積でできあがった氾濫原やデルタこそ、彼らの農業経済の中核にほかならないのである。
8. フランスのセーヌ川の場合、信頼できる洪水の記録は1649年から存在しており、最大の洪水は1658年にあった。
9. ドナウ川については紀元1000年からも記録が残っており、最大の洪水は1501年、2番目に大きな洪水は1787年にあった。

1. Few natural phenomena have been so well recorded since the birth of civilization as floods.
2. Whether or not we accept the story of the Deluge as set forth in the Old Testament, we cannot overlook similar legends in the folklore of other people the world over.
3. In some river valleys floods have been turned to economic advantage, for example in Egypt, where for perhaps 5,000 years they have been the life stream of the inhabitants of the Nile Valley, yet where even today their magnitude cannot be foretold until moisture-laden air masses blowing from the South Atlantic across Africa hit the headwaters of Ethiopia.
4. On the other hand, while Egypt has turned to the waters of Nile for subsistence, floods have been the scourge of India, China, and other countries of the Far East in which an estimated 500,000,000 people live and grow their rice, wheat, millet, and corn on flood plains where they are subject to inundation and death.
5. We justifiably speak of our flood-control plan for the lower Mississippi Valley for as being "enormous in content and effect", projecting as it does by levees, floodways, and other engineering features some 25,000,000 people who live in relative security with a population density of perhaps 80 per square mile.
6. But if our entire population of 160,000,000 were moved onto the alluvial flood plains and deltas of China's main rivers until they reached a density of between 1,000 and 3,000 inhabitants per square mile, we would have some idea of the problems which have confronted China since the first recorded flood on the Yellow River, often called "China's Sorrow", 2,297 years before Christ.
7. Their flood plains and deltas, resulting from centuries of erosion and deposition, are the very essence of their agricultural economy.
8. Reliable records of floods are available for the Seine River in France from 1649; the maximum flood was in 1658.
9. We have records for the Danube since the year 1000, with a maximum in 1501 and the second greatest in 1787.

10. 科学的な水力学発祥の地であるイタリアのポー川において、人間の英知は必ず氾濫原で安全に暮らす上での諸問題を解決していけるという信念のもと、農業その他の仕事に従事してきた人々でさえ、1951年11月の洪水の際には、荒れ果てた家屋や農場から追われなければならなかった。
11. ポー川の人々が信頼をおいていた洪水防御事業について、当時最も有能な水利技術者であったジョン・R・フリーマンは、1930年にこう語っている。「世界中のどこへ行っても、現在ポー川で進行中のものほど野心的で勇気に満ち、入念に計画され、川それ自体の丹念な研究をふまえて、行われている事業を私は知らない」。
12. しかしそれでもなお、1951年11月、異常な豪雨と高潮によって発生した洪水は、堰や堤防を乗り越え、その基礎を侵食して猛威をふるった。その結果、何千人もの人々が孤立し、100人以上の生命が奪われ、30,000頭の牛が溺死し、被害はイタリア一国の年間予算の1/4に相当する額にのぼったのである。
13. 何世紀にも及ぶヨーロッパやアジアの歴史を背景として、また何十億ドルという資金と技術的な知恵を総動員して、わがアメリカ合衆国の過去における洪水の歴史から、われわれは何を学び、未来に何を遺せるのであろうか。
14. もし人間の意志が自然に代わって河川を制御するならば、雨水や雪解け水は常に地面にしみ込み、土壌水分としてあらゆる植物の育成を助けたり、あるいはまた地下水として、絶えることのない均一な流れを維持できる水源となるだろう。
15. 実際にこうした理想的な条件がいくつかの河川で常に存在し、また幸いにもほとんどの河川流域でかなり長い時間存在するのである。
16. たとえば、太平洋北西部の溶岩に覆われた一帯や北部カリフォルニア、そして大平原の砂丘地帯において、その土壌はきわめて透水性が高いため、すべての降水が吸収され、表面流出は事実上まったくなく、流量も驚くほど一定している。
17. 土壌が吸収・保持できる以上の降水や雪解け水があると、これが途端に洪水を引き起こし、水路となって余剰水を海へ戻そうとするのである。

10. Even in birthplace of scientific hydraulics, the Po Valley in Italy, those who were carrying in their farming and other occupations secure in their trust that human ingenuity had solved the problem of living safely on the flood plains were driven from their ruined homes and farms during the flood of November 1951.

11. Of the flood-control works on which those in the Po Valley put their trust, John R. Freeman, one of the ablest hydraulic engineers then living, said in 1930 that he knew "of no more ambitious, courageous, and carefully planned project of river regulation going on anywhere in the world, than that in progress on the Po, nor any which rests on a more painstaking preliminary study of the river itself.

12. Yet during November 1951, following excessive precipitation and high tides, dikes and levees were overtopped and undermined, rampaging flood waters isolated many thousands of people, over 100 lives were lost, 30,000 cattle drowned, and damage equal to one fourth of Italy's annual budget was incurred.

13. With centuries of European and Asiatic history as a background and with billions of dollars and the best technical minds at our disposal, what can we make of the past and future history of floods in the United States?

14. If man's notion instead of nature controlled our rivers, rain and melting snow would, at all times, soak into the ground, where as soil moisture they would satisfy all plant growth, or as ground water would furnish a constant unflinching supply of water to sustain a uniform stream flow.

15. Such ideal conditions actually exist in some rivers at all times and fortunately in most river basins for the greater part of the time.

16. For example in parts of the lavacovered portions of the Pacific Northwest and northern California and in the sand-hill areas of the Great Plains the soil is so porous that virtually all precipitation is absorbed, surface runoff is practically unknown, and stream flow is maintained with remarkable uniformity.

17. Whenever more rain falls or snow melts than the soil can absorb or retain, a flood begins and streams become sluiceways to return excess water to the sea.

18. 洪水の最初の兆候は、多くの場合まず地表にあふれて流れる水であり、これが小さな流れを集めて、ついには水路となる。
19. 表面流出もしくは直接流出により、洪水は初期段階すなわち地表段階に入る。
20. 土壌から排除された雨水が流出となり、洪水を発生するのは、この地表段階においてである。
21. 洪水の地表段階が続くのはほんの数時間であり、ふたたび太陽が輝きだすと、農民は最悪の事態が避けられたことを知るのだが、下流の町の人々はなお迫り来る恐怖におののいたままである。
22. 地表段階のすぐ後には水路段階が続き、表面流出が水路に流入する時に始まる。
23. 川の水位は上昇し、地表段階の間に発生した表面流出水を運搬する。
24. 通常、洪水と言う時にはこの水路段階を指す。というのも、こんな言い方をすると上流の農民には怒られるかもしれないが、この段階が最も洪水らしく見え、また概して破壊力もあるからである。
25. この水路段階の間に、地面から排除された水は急流となって、水路を掘り下げながら流れ、やがて橋を呑み込み、カルバートを押し流し、堆泥を運搬し、岩屑を洗い流し、沈殿物を含んだ水を主水路本流へと流しだす。
26. 支流からのながれの具合によっては、主水路の洪水は徐々に水位を上げ、過去の大きな洪水の堆積物によって形成された氾濫原へとあふれだし、浸水して岩屑を流し出し、速度によっては、家々や工場、鉄道や道路など、人間が流域で営々と築き上げてきたものをすべて押し流してしまうのである。
27. 洪水の間、河谷は自然の貯水池として機能する。

18. The first physical evidence of a flood is usually in the form of water running over the surface of the ground, collecting in tiny rills, and eventually flowing into the stream channels.
19. The surface or direct runoff makes up the initial or land phase of the flood.
20. It is during the land phase that rain, rejected by the soil, becomes runoff and generates the flood.
21. The land phase of the flood may last but a few hours; when the sun shines again the farmer knows the worst is over, while the townpeople downstream may still face an impending danger.
22. The channel phase of the flood follows the land phase closely and starts when the surface runoff enters the stream channels.
23. The river levels rise to carry off the surface runoff generated during the land phase.
24. Ordinarily, when speaking of floods we mean the channel phase, since this phase is the most spectacular and on the whole the most destructive, although this statement may be disputed by the upstream farmer.
25. During the channel phase the waters rejected from the land pour down steeply sloped headwaters, scour channels, engulf bridges, wash away culverts, transport silt, clean out debris, and debouch their sediment-laden waters into main channels.
26. Depending on the flow from the tributaries, the flood waters of the main channel gradually rise, overflow onto the flood plains ( which have been formed by sediment deposits of the past major floods), inundate and deposit debris, and, depending on velocities, wash away homes, factories, railroads, highways, and all the works that busy mankind has crowded against the river.
27. During a flood the river valley functions as a natural reservoir.

28. 洪水の初期においては、山岳部や細流からの流れは水路へ流れ込んであふれ、その増加に伴って水位は上昇する。
29. 洪水波の高さは、下流に行くに従って徐々に低くなるが、その長さや持続時間は増加する。
30. 洪水波がなくなるまでに要する総経過時間は、流れが小さい場合には数時間から数日の範囲であり、ミシシッピやコロンビアのように大きな水系では数週間に及ぶ。
31. しかし、残されているすべての記録から知る限り、人々が定住し始めた最も初期の頃から、アメリカ合衆国全土において洪水はきわめて一般的な出来事であり、季節に伴って規則的に発生していることがわかる。
32. 我が国は北半球に位置しているため、地球の自転によって、気団は西から東へと規則的に大陸を横切り、その時北方から冷たく乾いた空気を運んでくる。
33. 夏の終わりから秋にかけて、メキシコやカリブ海で発生した熱帯性ハリケーンが南大西洋沿岸を襲い、時に内陸性へと達して北上し、ニューイングランド州を経て大西洋へと抜けるか、内陸部で勢力を弱める。
34. 夏の間、暖かい湿った空気の中で起こる対流によりしばしば雷雨や豪雨が発生し、さらに大きな気団の動きに合流する。
35. こうした気団はすべて、その発生源によって濃度の異なる湿気を含んでいる。
36. 暖かく湿った気団は、より冷たい気団にぶつかったり、山脈にぶつかるなどして上昇せざるをえなくなると、冷却されて湿気が凝結し、雨や雪として地上におちてくる。



28. At the beginning of the flood the flood from the hillsides and runnels into the channels exceeds the overflow, and the stage rises to accommodate the increase.

29. As the flood wave passes downstream, it gradually diminishes in height and increases in length and duration.

30. The total elapsed time for a flood wave to be discharged ranges from a few hours or days on the smaller streams to several weeks on major river systems like the Mississippi and the Columbia.

31. But all the records we have show us that since earliest settlement, floods have been common throughout the United States, and that they follow the seasons with unfailing regularity .

32. Owing to our position on the Northern Hemisphere and because of the rotation of the earth, masses of air pass from west to east across the United States in more or less regular succession, bringing with them cold dry air from the north.

33. During the late summer and autumn, tropical hurricanes having their source in the Gulf and the Caribbean Sea invade the South Atlantic coast, penetrate varying distances, and sweep northward to pass into the Atlantic off the coast of New England, or dissipate their energy overland.

34. Sporadically during the summer, thunderstorms or cloudbursts are associated with small convectional cells in warm, moist air, sometimes intermingled with larger air-mass movements.

35. All these masses of air contain moisture in varying degrees depending on their sources.

36. When a warm, humid air mass is forced upward either by striking a colder air mass or in rising to pass over a mountain range, it is cooled and moisture condenses and falls as rain or snow.

37. したがって、冬や早春に、太平洋に接する州や、南西部、南東部諸州が、暖かく湿った南太平洋及びメキシコ湾気団の冷却のよって発生した雨がもたらす洪水の被害にあうことは、ほぼ確実に予測できるのである。
38. この同じ季節の、我が国の西部山岳地帯及び北半分において雪が積もり、春に溶けて、コロンビア川やその他の北部諸州に源を持つ大規模な河川への洪水流出を引き起こすことになる。
39. また、おそらくは年に5～6回、夏から初秋にかけて、毎回気象庁がうやうやしく洗礼名を冠する西インド諸島からのハリケーンが南大西洋の海岸地帯を襲い、ハリケーンによる波浪や高潮に加えて、集中豪雨によってメキシコ湾や大西洋沿岸諸州に洪水がもたらされる。
40. アメリカでは、年間何百もの大小の洪水が発生しており、今後もこれが継続するはずである。
41. 時々、気象学的、水理学的な諸条件が重なれば、かつてない規模の大洪水を引き起こす恐れがある。
42. ほとんどの川において、過去の洪水は最終的な（究極の）洪水の可能性を正確に図る手段になりえない。
43. もし、この1世紀半の間、洪水がその規模あるいは頻度において増大していないのであるならば、なぜ今、これらは「国家の財産に対する脅威」を与えるものなのだろうか。
44. こうした諸条件は、国家が発展し豊かになったことの証であろう。しかし同時にその国は、将来の洪水がわれわれの最も総合的な制御手段の持つ能力を超えてしまわないかどうか、毎年起こる洪水による損失が増え続けられないか、氾濫原に住む人々が生命や財産の危険を犯してまでそうした手段をとらないかどうか、そうした問題について絶対的な保証などないことに十分気づいてはいないのである。

37. Thus we can expect with reasonable certainty that during winter and early spring states bordering on the Pacific Ocean and most of the southwestern and southeastern states will be subject to floods associated with rain resulting from cooling of the warm, humid southern Pacific and Gulf air masses.

38. During these same seasons snow will accumulate in the mountain areas of the West and in the northern half of the country, only to melt in the spring and contribute flood runoff to the Columbia, and other major rivers having their headwaters in the northern states.

39. We can also expect, perhaps half a dozen times a year during the summer and early autumn, that a West Indian hurricane (to be duly christened by the Weather Bureau) will attack the southern Atlantic seaboard, and its torrential rainfall will cause floods in the Gulf and Atlantic coast states, in addition to hurricane waves and high tides.

40. Hundreds of floods, small and great, occur annually in the United States and will continue to occur.

41. From time to time meteorologic and hydrologic conditions will combine to produce superfloods of unprecedented magnitude.

42. We have every reason to believe that in most rivers past floods may not be an accurate measure of ultimate flood potentialities.

43. Floods have not increased either in magnitude or in frequency during this century and a half, why is it that they now constitute a "menace to our national welfare"?

44. These conditions are evidence of a growing and prosperous nation, but at the same time a nation not fully aware that there is no absolute assurance that future floods will not exceed the capabilities of our most comprehensive control measures, that our annual flood losses will not continue to increase, and that people who occupy flood plains will not do so at considerable risk, both of person and of property.

45. 将来、国会は、洪水に対する十分な措置とは単に洪水防御にとどまるものであってはならないことを認め、以下の措置を講じることが国民も利益にかなうものであることに気づくことであろう。
46. 州、流域自治体、保全区域が溪谷用地の有効利用、河川や氾濫原の障害の除去に努めるべきである。
47. 流域自治体が、よく訓練された優秀な水防組織を組織し、強化すべきである。
48. 洪水予報サービスを、洪水管理の最重要な要素として認め、適切に支援すべきである。
49. 洪水の被害についての情報の収集と普及を体系的に実施し、調整するべきである。
50. 地域での調整を助成し、直接的な利益を受けない人々への洪水防御に対する税金負担の一部をシフトするため、洪水防御事業から直接的な利益を受ける人々に対し、公平に負担を配分するよう指導すべきである。
51. 市民に対し、地域行政区その他の行政主体を確立して、地域の問題は地域で解決するよう奨励すべきである。
52. 公正な洪水保険システムを開発し、洪水の危険がある土地をなるべく使用しないように指導すべきである。
53. 効果が測定でき、有効で経済的に健全であると確認された洪水防御計画のみを採用すべきである。
54. 氾濫原は川に境を接する低地で、通常は乾燥しているが洪水の影響を受けやすい。
55. それは沖積土や、川によって運ばれ、沈殿し、さらに再侵食された堆積物によって形成されている。

45. It is inevitable that some future Congress or Congresses will recognize that a sound approach to floods must be broader than a flood protection alone, and they will find it is in the national interest that the following be done.

46. States, river communities, and conservation districts should foster wise use of valley lands and discourage obstruction of rivers and their flood plains.

47. River communities should encourage organization of well-trained, alert rescue squads.

48. Flood-forecasting services should be recognized as an essential part of flood management and be appropriately supported.

49. The collection and dissemination of information concerning flood damage should be systematized and coordinated.

50. In order to foster local adjustments and to shift some of the burden of taxation for flood protection from those who receive no direct benefit, our policy should be modified to require those who receive direct benefits from flood-control projects to share equitably in the costs.

51. Citizens should be encouraged to establish local districts or other types of administrative bodies for the purpose of meeting local problems on a local basis.

52. An equitable system of flood insurance should be developed to discourage misuse of flood-hazard lands.

53. We should adopt only such programs and practices for flood protection as are demonstrated to be measurable, effective, and economically sound.

54. The flood plain is the lowland that borders a river, usually dry but subject to flooding.

55. It is built of alluvium, of sediments carried, deposited, and reworked by the river.

56. 流れは、通常その河床部分の一部のみを占めるものであるため、人間は氾濫原へと進出することとなる。
57. 初期の文明は、主としてこうした沖積地においてはぐくまれてきた。
58. ざっと概算しただけでも、アメリカでは5千万エーカーの土地が洪水位以下にあると見られる。
59. 全土地面積の2.5%であるとはいえ、この5千万エーカーは、土地総体に対する価値比率はおそらくもっと大きなものであろう。
60. 洪水の危険のある土地の人口についてはほとんど知られていない。というのも、国勢調査の数字はそうした意識でまとめられていないからである。
61. 多くの小規模な集落が氾濫原にあり、いくつかの主要都市の多くの面積が、ほとんど無防備である。
62. ミシシッピ川は、この街の歴史のうち早い時期に、堤防によって区画化され、洪水は1849年以来発生していない。
63. それでも、不安から免れているわけではなく、下流域では大規模な洪水が常に堤防を脅かす、街を危険に晒している。
64. 氾濫原に晒された一帯に住む人口の概算と、氾濫原の重要性についての評価は大規模な洪水によって家を追われた人々の数から推定することができる。
65. たとえば、1951年7月、カンサス及びミズーリ川下流での洪水においては50万人が避難したと報告されている。
66. オハイオ河谷で1937年1月に発生した洪水では約150万人が直接洪水の被害にあったとされる。
67. これらの数字を合計し、直接の報告がない地域の避難人口を推計して補足すると、人口の約6.5%にあたるおよそ1千万人が洪水の危険に晒されることになる。

56. The stream ordinarily uses only part of its valley bottom, inviting man to invade its flood plain.
57. Early civilization grew up largely on these alluvial border lands.
58. Rough estimates indicate that there are about 50,000,000 acres of land in the United States known to be below flood levels.
59. Though only 2.5 per cent of the whole land area, these 50,000,000 acres probably bear a larger ratio to the total land value.
60. Of the population on flood-hazard lands, little is known, since census figures are not set up on that basis.
61. Many small communities are entirely on the flood plains, and large parts of some major cities are so exposed.
62. The Mississippi was warded off by levees early in the history of the city and it has not been flooded since 1849.
63. Nevertheless, it has not been free from worry; every large flood on the lower river has threatened the dikes and endangered the city.
64. An estimate of the number of people living in exposed positions and of the relative importance of the flood plain can be derived from some figures of the number of people forced out of their homes by major floods.
65. During the flood of July 1951 on the Kansas and lower Missouri rivers, for example, about 500,000 people were reported to have evacuated their homes.
66. During the flood of January 1937 in the Ohio Valley, there were about 1,500,000 people directly subjected to flooding.
67. By putting together such figures as these, supplemented by estimates where direct information is lacking, it is calculated that there are about 10 million people subject to the flood hazard, roughly 6.5 per cent of the population.

68. 氾濫原における人口密度は全国の2倍となる。
69. なぜ河川は、幼年期の土地におけるように狭い岩場を通過して下流へ流れていかないのだろうか。
70. 山間部の上流においては氾濫原はまったく見られないが、これは、幼年期の土地において川の力が、傾斜を形成するために費されるのである。
71. 狭い水路によって加速された速度は、下流方向の侵食における乱れという形になって消費される。
72. もし湾曲の影響を受けなければ、河川はその発達全段階を通じて全川にわたり岩場の水路を通過して流れるであろう。
73. 土地に少しでも不規則制があると直線的な流れは屈折し、谷の一方の側にぶつかり、次に反対方向にぶつかりながら流れることになり、これこそが、ほとんどすべての川の特徴である究極の発展段階すなわち蛇行を形成し、曲がりくねった流れとなるのである。
74. 蛇行帯の幅は河谷が運搬とする洪水流量によって決まる。
75. したがって、ある流れが刻み付けうる河谷の幅には物理的な限界がある。
76. 河谷の平地部が広がるにつれて、曲流が河谷両岸の基盤にぶつかる頻度は減っていく。
77. 当然、河床の広がった緩勾配の河谷は柔らかい岩盤に沿って広がってゆき、柔らかい岩盤と堅い岩盤が交互に露出する地帯では、柔らかい岩盤の部分で河谷は広くなり、比較的平坦になる。一方、流れに横方向の抵抗をもたらす累層部分は、「狭窄部」と呼ばれる急峻な河谷となる。



68. The population density on the flood plain is thus over twice the national average.
69. Why do rivers not course downstream in confined rock-bound channels, as they do in youthful terrain.
70. In mountainous headwater streams the flood plains may be absent; the work of rivers in youthful terrain is spent in establishing grade.
71. The higher velocities created by the confined channel are dissipated in turbulence in downward erosion.
72. Rivers would continue to flow in rock-bound channels throughout their length and history, were it not for the effect of curvature.
73. Any irregularity in the terrain tends to deflect a stream from its straight course, directing its current against one valley side and then the other; this products the sinuous courses that characterize nearly all rivers, with ultimate developments as meanders.
74. The breadth of the meander belt depends on the flood discharges that a valley is called upon to carry.
75. Thus there is a physical limit to the width of valley that a given stream can carve out.
76. As the valley plain grows wider, the meanders impinge less and less frequently against the bedrock of the valley sides.
77. The development of open, wide-floored valleys of gentle slope naturally goes on most rapidly in weak rocks, and so in a region of alternately weak and resistant rock outcrops the valleys in the weaker rock belts are wide and comparatively flat, while the stream crossings of transverse resistant formations are through narrow steep valleys sometimes called "water gaps".

78. 河谷の底が広がるのは地表の不規則性によるものであり、これによって、柔らかい岩盤地帯では蛇行が形成されることになる。
79. 一水路のみでこれを達成するには、レオポルドとマッドロックのいうように、幅、深さ、速度間に一定の比率がなければならない。
80. もしその水路が、深さのわりには幅が広すぎる場合、速度がゆるやかになって堆積物を十分にうんぱんできなくなる。
81. 通常の川ではこれらの均衡が保たれており、流れが占めるのは、蛇行流の通る河床部分のみである。
82. その他の河床部分は氾濫原堆積物を含んでいるが、これはわん曲の外側を洗掘し、ふたたび内側へ堆積することになる。
83. このような堆積物のやりとりが、蛇行流の移動や川がその位置を変えていく原因となっている。
84. 河谷の堆積物は、流量や流送土砂の変化に対応して水路が自然に形成されるような柔軟な環境条件を提供する。
85. 河川沿いの氾濫原は、堆積物、水、傾斜の見事な調和を見せているとすることができるのである。
86. ミズーリ川下流において、陸軍工兵隊は、平均幅が1マイル以上ある蛇行流地帯についての形状等の調査を行った。
87. 初期の地図その他の資料から、通常の条件においては、ミズーリ川は年間平均9,100エーカーの河床の侵食と堆積を行っていることがわかった。
88. このようにして、蛇行帯全体は70年に一度侵食をおこしながら、全体の面積としては実質的には一定に保ち、一個所で自然分離が起こると他の場所では自然堆積が起こってこれを補っている。

78. The widening of the valley bottom is a consequence of the irregularities in terrain that give rise to a sinuous course in areas underlaid with the weak rocks.

79. To do this in one channel can be accomplished only with certain ratios of width, depth, and velocity, as described by Leopold and Maddock.

80. If the channel is too wide for its depth, the velocity will be insufficient to carry the sediment.

81. The normal river tends toward equilibrium, which requires that the stream normally occupy only a part of the valley bottom through which it meanders.

82. The remainder of the valley bottom contains the flood-plain deposits, which are excavated at the outside of the bends and redeposited at the inside of the bends.

83. The process of borrowing and lending of sediments causes the meanders to migrate and the river to shift its position in the valley.

84. The valley sediments provide the flexible environment within which the river channel is self-formed to discharge its varying load of water and sediment.

85. The flood plain along a river reach denotes a condition of harmony between sediment load, water, and slope.

86. On the lower Missouri River the Corps of Engineers has outlined a meander belt that averages over a mile in width.

87. From early maps and other sources it concludes that under natural conditions the Missouri River erodes and deposits an average of 9,100 acres of valley bottoms per year.

88. At this rate all the land in the meander belt would erode once in seventy years, the total acreage remaining substantially constant, with avulsion in one place being compensated by accretion elsewhere in the meander belt.

89. 洪水は岸をのり越え、蛇行水路をあふれだして、河谷の全体的な流れの方向に従うことになる。
90. 砂州は洗い流され、新たな砂州が形成され、蛇行流のループは断ち切られる。
91. 大きな洪水の間に起きる水路の移動は、長い間重ねられた過程の帰結にほかならない。
92. 河谷の堆積物を移動させてしまうほどの力があるものの、こうした極端な洪水が起こることはまれであり、氾濫原の高さや水路の規模を決定する要素とは言い難い。
93. 川が深くなれば幅も大きくなる。だから、いかなる流れにも洪水の危険性はある。
94. 河谷の幅は岩盤の硬さや流量によって決定される。
95. 通常の河谷において、川は、通常的水量や土砂を運べるよう、幅と深さが最適に調節された主水路が占めている。
96. 図2は、主水路、氾濫原、段丘を含む河床の断面図である。
97. 川が低い時、河床のほんの一部だけが川によって占められ、多くの浅瀬や洲が露出する。氾濫原の岸は川から高い位置にあり、流れが短い蛇行流となって河床を進むのに伴って、いずれかの岸が砂丘となる。
98. 川が通常の高水になると、ほとんど毎年最高位にまで達し、川は河床の全域を流れ、水路内の短い蛇行流は水没することになる。水路は、いわゆる堤防ぎりぎりの状態になるのである。
99. この水位は、一般に植生の最下限に相当している。
100. 2年か3年に1回あるかないかの頻度で、川はその岸を越えて氾濫原の低地部に侵入するが、この時、主水路の低い蛇行流のネックのあたりで溢れ出してくる傾向にある。

89. Floods pour over the banks, abandoning the meandered channel of the stream and following the general line of the valley.
90. River bars are scoured out and new ones formed, and meander loops are cut.
91. Yet major relocations of the channel that occur during mighty floods probably represent the culmination of a long process.
92. Despite their great load and their great potential for reworking the valley sediments, extreme floods occur so rarely that they take little part in determining the height of the flood plain or size of the channel.
93. Because rivers widen as they deepen, there is a flood hazard associated with every stream.
94. The valley width depends on the hardness of the rocks and the discharge of the river.
95. Within its valley the river normally occupies a main channel properly adjusted in terms of width and depth to carry its ordinary load of water and sediments.
96. Fig. 2 shows a schematic cross section of a river valley, including the main channel, the flood plain, and a terrace.
97. When the river is low, it occupies only a part of its bed, leaving many bars and low islands exposed. The banks of the flood plain stand high above the river and there is a sandy beach on one side or the other as stream swings across its bed in short meanders.
98. During ordinary high water, the highest stage reached nearly every year, the river occupies all its bed, drowning out the short within-channel meanders, and the channel is said to be bank-full.
99. This level is generally marked by the lower limits of the vegetation.
100. Less frequently about once in two or three years, the river goes over its banks and invades low places on its flood plain, with a tendency to overflow across low meander necks of the main channel.

101. 支流からのバックウォーターもまた、河谷端の氾濫原低地部にあふれてくる。
102. これは、洪水と呼べる最も低い水位である。
103. より高い水位の場合、さらに発生頻度は小さくなるが、洪水によって氾濫原が拡大され、100年に一度あるかないかの頻度で、河床の沖積堆積物のすべてをのみこむ洪水が発生することもある。
104. こうした頻度は、岸が沖積土氾濫原となっている傾斜の緩い河川についてのものであるが、たとえば、旧水路のような沖積土の低地においては洪水の発生頻度はさらに大きくなる。
105. 台地状の土地は、より新しい氾濫原としての利点をそなえており、比較的洪水の少ないという利点もある。
106. 河谷において、台地と氾濫原の境の地図を作成するならば、それだけで洪水の特性を予測でき、洪水発生危険性がある地点を特定することができるであろう。
107. たとえば、その流れが現在は河谷を占めてはいるものの、地質年代上の過去において、大きな流れによって削られて形成されたものであるというように、地域それぞれにさまざまかつ重要な違いはある。
108. アメリカ東部にはこうした河谷、特に前氷河期もしくは氷河の溶融期に大きな流れになっていた河谷が数多く存在している。
109. もう1つの極端な例として、周囲の土地より低く掘られてしまった河道もある。
110. ここでもまた、河が古い氾濫原を台地として残したか、氾濫原が侵食されつくして流れに占められるべき河床がなくなっているか、いずれかの理由により、洪水発生危険性は低い。
111. ポート・ジャービスからトレントンへ向けて南下するデラウェア川は、この深く掘られた川の好例で、氾濫原が少ないかまったくなく、比較的高い台地に農場や街が広がっているため、洪水の危険はほとんどない。

101. Backwater from the tributaries may also inundate low places on the flood plain along the valley edges.
102. This is the lowest stage that deserves to be called a flood.
103. Higher stages, occurring with decreasing frequency, flood increasing areas of the flood plain, but only once in a century or longer is there a flood that submerges all the alluvial deposits on the valley bottom.
104. These frequencies are descriptive of graded rivers generally, where the banks represent the alluvial flood plain, but the frequency of flooding may be much greater in low swales in the alluvium, for example in an abandoned channel.
105. Terrace lands have many of the advantages of the more modern flood plain, combined with the advantages of relative freedom from flooding.
106. In many valleys the simple mapping of terrace and flood-plain boundaries may afford opportunity for the prediction of the characteristics of the flooding and for recognition of most points of possible danger in floods.
107. There are many locally important deviations, for example streams that now occupy valleys carved in the geologic past by larger streams.
108. There are many such valleys in the eastern United States, notably those that were occupied by large stream in a preglacial stage or during the melting stage of the glaciers.
109. At the other extreme are those river reaches that are trenched below the surrounding terrain.
110. Hazards here are also small because either the river has left the old flood plain as a terrace, or the flood plain is eroded out and there are no bottom lands to occupy.
111. The Delaware River southward from Port Jervis to Trenton is a good example of a trenched river that offer little flood hazard, since there is little or no flood plain, and farms and towns are in relatively high terraces.

- 1 1 2. たとえば北東部では、一般に山地の地勢がきわめて急峻であるため、鉄道や道路、市街地は、河谷沿いに広がらざるをえず、他に利用可能な土地はない。
- 1 1 3. 広い河床としては、ごくまれに岩場の割れ目が見られる程度である。
- 1 1 4. 西部、とりわけユタやカリフォルニア南部における居住地の多くは、すぐ背後に迫る急峻な山麓の扇状地上に広がっている。
- 1 1 5. 砂漠の豪雨期に山々から土砂を運搬する流れは、始終その経路を変え、こうした土地における洪水危険度を増大させている。
- 1 1 6. したがって、丘のふもとの通りが、洪水の奔流や圧倒的な土石流に襲われたとしても何んら不思議ではないのである。
- 1 1 7. こうした土地は水はけがよく、霜や洪水の危険からも無縁であるが、局地的な豪雨の場合、この限りではない。
- 1 1 8. 南東部沿岸地域の海岸平野や山麓地帯においては、市街地、鉄道、道路は、流れと流れの間の高台の恩恵をこうむっている。
- 1 1 9. 広い分水界に沿った尾根道は、洪水の心配はなく、流れは直角に尾根道と交差している。
- 1 2 0. 人文地理学的な面から見た土地と洪水の関係については、少なくとも川の水理学や水文学ほどの広範囲にわたって研究されていない。
- 1 2 1. 河川地質学も、ほとんどが単なる全体的な事実報告にとどまっており、人間と川との間の十分な調整をなしとげる上で必要になる実用的な情報を提供する定量的な研究が欠けている。
- 1 2 2. 暴風雨は、河川によって海に運搬された水を陸地に戻そうとする水文学的な循環の重要な要素である。



112. In the Northeast, for example, the upland topography is generally so rugged that the railroads, highways, and towns must necessarily follow the valleys. There are no other places available.

113. Only in the occasional intervals between rock gaps are wide valley bottoms to be found.

114. Much of the settlement in the West, notably in Utah and in the southern California, has been upon alluvial fans and debris cones dumped at the foot of steep mountains in the immediate background.

115. The streams that bring the material from the mountains during the desert cloudbursts shift their courses from time to time, adding to the flood hazards of such lands.

116. It is not surprising then when the downhill streets become filled with torrents of water and overpowering mudflows.

117. These lands are better drained, less liable to have early frosts, and free from flood hazards, except possibly from local cloudbursts.

118. On the coastal plain and piedmont along the southeastern seaboard the towns, rail lines, and highways tend to favor the high ground between streams.

119. Ridge roads, following the broad drainage divides, have few flood problems and approach streams only to cross them at right angles.

120. The relation of terrain to floods as an aspect of human geography has hardly been studied, at least not nearly so extensively as river hydraulics and hydrology.

121. The geology of rivers has been reported for the most part in general descriptive terms; lacking are the quantitative studies that can provide the practical information needed if we are to accomplish a satisfactory adjustment between man and river.

122. A rainstorm is an essential part of the hydrologic cycle, returning to the land the water that the rivers carried to the sea.

- 1 2 3. 地球を包む大気には、過度的な蒸気の川があり、これが地球の表面に河川水を供給している。
- 1 2 4. 大気は、いかなる瞬間にあっても、わずかな水を保持してある。
- 1 2 5. もし大気中の水分が突然一気に凝結したとすると、平均して、優に深さ1インチの水が生成されるであろう。
- 1 2 6. そのか答えは、嵐のメカニズムの中にある。嵐は湿気をきわめて多く含んだ巨大な気団が急激に集中することによって発生するものである。
- 1 2 7. 温帯における嵐のそもそもの原因は、極地と熱帯性気団の不均衡にある。
- 1 2 8. 地球は巨大な熱機関であり、赤道地帯では暖かく両極地では冷たい。
- 1 2 9. 大気の交換がごく単純な形で行なわれれば、地球はどこへ行っても気候は一定であるが、地球の自転や、陸地や海洋の不規則な分布により、その交換は単純なものではなくなってしまう。
- 1 3 0. 陸地は海洋に比べて寒暖の差が大きく、ちょうど水のように熱の貯水池となる。
- 1 3 1. 北部と南部、陸地と海洋では温度差が大きく、このためにわれわれが天気と呼ぶ大気の変化が作り出される。
- 1 3 2. アメリカにおける降雨は、多くの場合、大陸へ侵入した南陽性の気団が強制的に押し上げられることによって発生するものである。
- 1 3 3. 湿った空気は上空できわめて低い温度にまで冷却されるため、凝縮された水蒸気を保持していられなくなるのである。
- 1 3 4. 冷たい空気が前線を南へと押し出している部分は急峻で、暖かい空気は急に強制的に上へ持ち上げられ、局地的な集中豪雨をもたらす。
- 1 3 5. オハイオ川のような大規模な水系における洪水は、多くの場合、継続的な、温暖多雨気候によってもたらされる。

123. There are transient rivers of vapor in the blanket of air enfolding the earth, feeding the rivers of water on the surface of the earth.

124. At any one time the atmosphere holds only a little water.

125. If all the moisture in the atmosphere were suddenly precipitated there would be only enough to produce an average depth of about 1 inch of water.

126. The answer is in the storm mechanism, which brings about a rapid convergence of vast air masses heavily burdened with moisture.

127. Storms in the temperate zone have their ultimate origin in the imbalance between the polar and the tropical air masses.

128. The earth is a heat engine, warm in the equatorial zones, cold at the poles.

129. A simple exchange of air, which would maintain a steady climate everywhere, is broken up by the rotation of the earth and the uneven distribution of land and ocean.

130. Land cools and heats more readily than the oceans, which act as great reservoirs of heat as well as of water.

131. Thermal instability between north and south, between land and ocean, makes the atmospheric changes which we call weather.

132. Most of the rainfall in the United States results from the forced lifting of large masses of tropical maritime air which have invaded the continent.

133. The moist air is cooled at the higher levels to temperatures so low that it can no longer hold its original concentration of water vapor.

134. Where the cold air is pushing southward the front is steep, and warm air is forced to rise abruptly, producing intense rains over small areas.

135. Floods on large river systems, such as the Ohio River, are usually produced by periods of persistent warm, rainy weather.

136. しばしば、極前線に沿って規則正しく進むその進行は妨げられ、一つの流域において前線が停滞することがある。
137. この場合、降雨はその一帯で数日間継続し、一流域には、大きな流れさえも氾濫させてしまうに十分な量の降水量となる。
138. この月、降雨の中心は、流域のそれと一致したのである。
139. 何百という等降水量線図の分析から、水文学者は、暴風雨の強度、範囲、継続時間の基本的な関係を明らかにしてきたが、その結果が図一3である。
140. 継続時間の長い暴風雨は、多くの場合広い地域を覆い、持続時間の短い暴風雨は小さな地域を覆う。
141. 局地的な暴風雨の場合、1～3時間のうちにかかなりの降水量になり、一方広範囲な暴風雨では、その継続時間中の降水量は均一である。
142. もし12時間の暴風雨がわずかに10平方マイルの一帯を襲ったとすると、1時間に35%、3時間でおよそ60%の降水が予測される。
143. こうした関係は、あくまで平均値として考えるものであり、実際にはそれぞれかなりの違いが見られることは言うまでもない。
144. 洪水を引き起こす可能性をもつ降水量をもつ暴風雨のうち、最も嵐らしいのが雷雨である。
145. 雷雨はほとんどの地域で見られるが、特に温帯地域では、温暖季、日中の暖かい時間にごく普通に発生する。
146. 雷雨の継続時間は短く、しかも200平方マイル以上を覆うことはない。雷雨は、おそらくメキシコ湾か大西洋の緯度30度付近の南洋から来る、湿潤で過熱した気団の中に、大気の渦が局部的に激しく持ち上げられることによって発生する。

136. Occasionally the regular progression of waves along the polar front is interrupted and the front becomes stagnant over one watershed.

137. Rainfall then persists in an area for several days, and enough water may accumulate in a single watershed to flood even its largest stream.

138. The main axis of the rainfall in that month coincided with that of the drainage basin.

139. From the analysis of many hundreds of isohyetal maps, hydrologists have resolved certain basic relationships between depth, area, and duration of rainstorms, shown on Fig.3.

140. Storms of long duration are usually spread over wide areas, whereas those of short duration tend to cover only small areas.

141. For small-area storms the greater amount is concentrated in one to three hours, whereas in large-area storms the amount tend to be more uniform during the storm.

142. If a 12-hour storm covered only 10 square miles, we might expect about 35 per cent of the rain to fall within 1 hour, and nearly 60per cent within a 3-hour period.

143. These relationships, of course, apply only to the average; each storm may show considerable individuality.

144. Of the kinds of storms that produce enough rainfall to cause floods the most spectacular is the thunderstorm.

145. Although thunderstorms occur nearly everywhere, they are most common in the warm regions of the globe, during the warm seasons of the year and the warm part of the day.

146. Of short duration, rarely covering more than 200 square miles, the thunderstorm occurs as a local cell of turbulent lifting within an overheated moist air mass that probably had its origin over the tropical waters of the Gulf of Mexico or the Atlantic south of the thirtieth parallel.

147. まず始めに上向気流の対流によって40,000フィートの高さまで持ち上がった積雲が膨らむ。
148. 上向気流によって雲が成長すると、雲の両側に大気が吹き込んで上向気流と合流する。
149. 上向きの風が続くと、大気は広がって露点以下にまで冷却され、自由になった水分を上向気流が保持できなくなって、降水が開始されるのである。
150. 水蒸気が液体が変わるとき、気流に熱が加えられ、同じプロセスが繰り返される。
151. 細かな水滴は、上向気流の速度に乗って上方へ運ばれるが、この段階では、上昇が続くと、既存の水滴は成長せずに次から次へと水滴が生成される。
152. 次に、雲の最上部において水滴は雨滴の大きさまでに成長し、これが落下し始めるが、強い上向気流にあおられてふたたび細かな水滴となり、上方へ運ばれてさらにまた合体して落ちてくる。その繰り返しである。
153. そしてついには、水の負荷が大きくなって奔流のごとき雨が地上へ降り注ぎ、これに稲妻と雷鳴が加わる。
154. 下向気流は上向気流を奪いながら成長し、まもなく最高の風速に達すると上向気流はまったくなくなって、嵐は最後の消散段階に入る。
155. ハリケーン、もしくは熱帯性サイクロンは、夏から初秋にかけて、湿気を含んだ空気層のある温かい赤道付近の海洋で発生する。
156. 大気は中央部に集まってきて渦を巻き、そこでは熱せられた空気が上昇を始め、気圧計が、初めはゆっくりと、そして徐々に激しく下降し始める。
157. 次にこのシステム全体が、こまのように回転しながら前進し、移動を開始する。

147. In the beginning there is the bulging cumulus cloud, produced by the vective updraft that extends perhaps as high as 40,000 feet.

148. As the updraft causes the cloud to grow in height, air flows in through the sides of the cloud and mixes with the updraft.

149. With continued upward flow, the air expands and cools below the dew point, and free water is released which in time exceeds the amount that can be supported by the updraft ; rain starts to fall.

150. As vapor changes to liquid, heat is added to the air current, which tends to regenerate the process.

151. The fine droplets are carried upward with the speed of the updraft. In this stage, continued ascent promotes the formation of more and more droplets rather than nte growth of existing ones.

152. Then something happens in the top of the cloud that makes the droplets grow to the size of raindrops, which begin to fall. Caught in the strong updraft the drops are broken into smaller drops and again carried up to higher levels where they again coalesce and start to fall, only to be lifted up again.

153. Eventually the load of water will be too heavy and a torrential rain descends to earth, accompanied by lightning and thunder.

154. The downdraft develops at the expense of the updraft, and soon the maximum downdraft speed is attained, the updraft is completely cut off, and the cell enters its final or dissipating stage.

155. The hurricane or tropical cyclone originates in summer or early autumn over warm equatorial seas where the layer of air is laden with moisture.

156. The air begins to move toward and around the central area, where heated air begins to rise and barometer is falling, slowly at first, then more rapidly.

157. Next the entire system begins to move, whirling like a top as it goes forward.

158. まず反時計回りの風の回転であり、これはハリケーンの成長とともに激しくな  
って、毎時100マイルにも達する場合がある。
159. もう一つは嵐全体の前進運動であり、その速度は熱帯地方において毎時10～  
15マイル、北上するともっと早くなる。
160. 熱帯性のサイクロンは世界各地で発生し、さまざまな名称で呼ばれている。
161. ハリケーンは船舶や港湾にとって大いなる脅威であり、メキシコ湾岸や南大西  
洋における主要な洪水の原因となっている。
162. ハリケーンの場合、その渦の右手前において雨が激しく、また長く続く。
163. ハリケーンの通過に伴う降水量は、通常20インチを超えることが珍しくない。
164. ハリケーンは内陸部へ進むにつれて衰えていくが、これは湿った空気の源から  
遮断される上に風の抵抗を受けるためである。とはいえ、大量の降雨は嵐が  
完全に消散するまで続く。
165. ハリケーンは、フロリダの夏の終わりににおける降雨の主な原因となっている。
166. もちろん風も甚大な被害をもたらすが、むしろ水の方が大きな災害の原因とな  
っていることがわかっている。
167. ジョージア州とキャロライナ州もハリケーンの影響を受けやすい土地である。
168. 記録上最も大規模な洪水は、1940年8月中旬、南東部諸州において、1  
893年以来最悪のハリケーンによって引き起こされたものである。
169. 引き続いた嵐はアパラチア山脈に至る内陸部まで半円形を描いて進み、降水量  
は35,000平方マイルの地域にわたって平均10インチに達し、大小河川  
における記録的な洪水となった。



158. First the rotary motion of the winds counterclockwise about the center, becoming more violent as the hurricane develops, often exceeding speeds of 100 miles per hour.
159. Second the forward motion of the whole storm, usually at 10 to 15 miles per hour while the hurricane is in the tropics, but often gaining in speed as it moves north.
160. Tropical cyclones occur in different parts of the world under different names.
161. Hurricanes are a major threat to ships and ports, and are important flood-producers along the Gulf and southern Atlantic coasts.
162. In a hurricane, rains near the right-hand front sector of the storm are excessive and continuous.
163. Not uncommonly, the total amount of rain producer during the passage of a hurricane exceeds 20 inches.
164. When a hurricane moves inland, it is likely to die out because it is cut off from the source of moisture and because of the friction encountered by the winds, though much rain may fall before the storm is wholly dissipated.
165. Hurricanes account for a considerable part of the rainfall of late summer in Florida.
166. Although the winds can be very devastating, it has been found that water gives the most trouble.
167. Georgia and the Carolinas are highly vulnerable to hurricanes.
168. The record-high floods of mid-August 1940 in the southeastern states were produced by the worst hurricane in that region since that of August 1893.
169. The storm followed a roughly semicircular path that reached as far inland as the Appalachian Mountains. Rainfall averaged 10 inches over areas of about 35,000 square miles and resulted in record floods on small and large streams.

170. 大西洋岸にそって通過するハリケーンは、ノースキャロライナ州ケープ・ハッテラスを通過した後北東に進路を取り、これを海洋へ運ぶいわゆる「バミューダ高気圧」の横を通っていくのが普通である。
171. しかし時に、その東向きの進路が洋上で高気圧によってさえぎられると、ハリケーンはニューイングランドに移動していくことがある。
172. 記録上、ハリケーンがニューイングランドを襲った例は決して少なくない。
173. 1635年、記録上最初にニューイングランドを襲ったハリケーン以来、これまで毎世紀5～10のハリケーンがやってきており、そのうち各1世紀半毎にきわめて勢力の強いものが一つ必ず含まれている。
174. 1938年9月のハリケーンも、この地域で最も勢力が強かったものの一つで、低気圧の谷に入り込んだために、これによって平均時速55マイルの速さでニューイングランドを直撃し、約6時間後にはケベック州に達した。
175. これらのうち、標準的な雨量計で記録されたものは少なく、多くの豪雨が実際に発生したという証拠としては、豪雨をもたらした災害の爪跡しかない。
176. 平均して300平方マイルあたり1個の雨量計しかないため、こうした異常な嵐が公式の雨量計によって正確に測定されるチャンスはきわめて小さいのであった。
177. 24時間までの記録に関する限り、アメリカは世界各地の最大降雨量とほぼ足並みをそろえているが、それ以上の時間になると、4日間で102インチという降水量を記録した世界最多雨地の1つといわれるインドのチェラプンジといった地域の比ではない。
178. ハワイのワイアリアリ山も降水量の多い地点で、年間の降水量は400インチを超えている。
179. 北米大陸において最も雨のおおい地域はワシントン州のオリンピック山地の西斜面であり、年最高降水記録はワシントン州ワイノオーチーで1931年に記録された185インチである。

170. Hurricanes that pass along the Atlantic coast ordinarily tend to bear northeasterly after passing Cape Hatteras, N.C., skirting the western side of the "Bermuda high", which takes them out to sea.

171. But occasionally, when its eastward course is blocked by a high-pressure area over the ocean, a hurricanes may move into New England.

172. As a matter of record, hurricanes are not rare in New England.

173. Since the first recorded New England hurricane, that of August 1635, there have been five to ten hurricanes per century, with one that is especially fierce and widespread in each century and a half.

174. The hurricane of September 1938, one of the most violent to reach that region, slipped into a low-pressure trough that guided the hurricane at an average speed of 55 miles per hour straight across New England into Quebec in about 6 hours.

175. Very few of these were recorded on standard rain gages. Many torrential rainfalls have occurred for which the only evidence is the destruction wrought by the downpour.

176. Since there is only one gage per 300 square miles on the average, only a small chance existed that one of these extraordinary storms would center over an official rain gage.

177. The United States experience keeps pace with the world-wide maximum for periods up to 24 hours. For longer periods the continental United States has nothing to match the rainfall of 102 inches in 4 days, recorded at Cherrapunji, India, one of the rainiest spots in the world.

178. Mt. Waialiali, Hawaii, is another rainy spot, with annual rainfall exceeding 400 inches.

179. The rainiest area in the continental United States is the western slopes of the Olympic Mountains in the state of Washington. The heaviest annual precipitation of record on the United States is 185 inches, measured at Oxbow, Wash., in 1931.

180. 図4に示した降雨はすべて、狭い地域では短い雨が、広い地域では長雨が、深甚な洪水を引き起こしているが、こうした降雨はどの場所でも均等に発生しているわけではなく、ある地域では他に比べて特に集中的に降ったりするので、注意を要する。
181. 降雨強度は、概して海岸地域で高いが、これは大気中の水分が多いからである。
182. 気象学者たちもまた、北緯30度ぐらいから北部へ行くにしたがって降水率が下降していくことを認めている。
183. この図では南部から北部にかけての減少を見せており、大平原を経て内陸に向かって変化していき、グレートベースンにおいて低い値になっていることがわかる。
184. 冬に雪が降って積もる地域はどこでも、雪は洪水の重大な原因となってくる。
185. これらの地域では雪もしくは氷が洪水と密接な関係を持っている。
186. 冬の終わりには広い地域にわたって雪が積もり、これが解けると広い地域にわたって洪水の被害を受けることになる。
187. 西部では、灌漑や水力発電用として豊富な水量を持つ異常な雪塊氷原が、若干の不安要素となっている。
188. 降雨に融雪の遅れが重なると、洪水の危険性があるのである。
189. 流出量が多いが、何週間にもわたって維持される。
190. しかし、北部の高い山岳部では毎年多くの積雪がありながら、洪水は起きていない。これは、融雪が春の訪れとともにゆっくりと始まり、気温が上昇する前には完全に消えてしまうからである。
191. これに先立つ30日間、平均気温は平年を5°下回る24° Fとなっており、4月3日になって70°台にまで上昇し、これが晴天の5日間継続した。

180. All of the rains shown on Fig.4 produced serious floods, the short rains on small areas, the long rains on large areas. But it must be understood that such rainfalls are not equally likely everywhere; in certain regions intensive rains are more characteristic than in others.

181. Rainfall intensities are usually greater in coastal areas because of the larger amounts of moisture in the atmosphere.

182. Meteorologists also recognize a tendency for rates of rainfall to decrease northward from about the thirtieth parallel.

183. This map shows the south-to-north decrease, the shading across the Great Plains into the interior, and the low values in the Great Basin.

184. Snow is a vital flood hazard wherever winter snows accumulate.

185. In these areas either snow or ice is intimately associated with floods.

186. At winter's end, snow has accumulated over wide areas, and when its melting leads to floods large areas are affected.

187. In the West an abnormal snowpack with its promise of abundant water for irrigation and water power has a somber aspect.

188. There is the threat of flood if rain accompanies a delayed thaw.

189. The runoff is heavy but sustained over several weeks.

190. Yet many northern and high mountainous areas have deep snow every year without floods because the thaw begins slowly with the onset of spring and the snow cover is fairly depleted before high temperatures occur.

191. For the previous thirty days temperatures averaged 24° F, 5° below normal ; then on April 3 temperatures rose up into the 70's for a five-day period of clear weather.

192. 降雪が20～60インチにおよぶオハイオ州中部、ならびにミシシッピ、ミズーリ河谷上流地域では、雪のみが洪水の原因になることはまれである。
193. この地方における融雪は、冬から春の洪水を引き起こす一要因となっているにすぎず、主たる洪水の原因は豪雨である。
194. 驚いたことに、冷たい雪の表面における暖かい水蒸気の凝結は、雪解けに必要な主要な熱源となる。
195. 凝結に伴う熱と融雪に伴う熱の比率は、0.1インチの凝結が0.7インチの雪水を溶かすという関係になっている。
196. 大規模な洪水が起こると、新聞には「洪水は、豪雨によって解けた雪によって勢いを増し」といった表現が決まって見られるが、雪の結晶が解けるのに伴う熱はきわめて高いため、雨によってもたらされた雪解け水の量は普通取るに足りないものである。
197. 地表に深く冷たい雪があると、積雪が浅い場合と同様、降雨後も急激に流れが上昇しないことがよく知られている。
198. 一般に、雪が解けると、その結果生じた水が流出するまでにはかなりのズレがある。
199. 融雪は、氷原の表面から下方向へ、流域の下流部から上流部へと進行する。
200. 雪解け期初期において、雪解け水は氷原にしみこんでいく間に凍結する。
201. 雪の構造は粗くなり、密度が増して、スポンジのように吸収する能力はなくなっていく。
202. 融雪が進むと、水はスポンジのような吸収作用によって保持されたり、氷の層に保持されるかして雪の中に蓄積され、これによって古い雪の表皮層が形成される。

192. In the central Ohio and upper Mississippi and Missouri valleys where snowfall ranges from 20 to 60 inches snow alone rarely produces floods.

193. Snow alone rarely is only a contributor to winter and spring floods, which are primarily caused by heavy rains.

194. Surprisingly enough, condensation of warm vapor on the cold snow surface is a major source of heat for melting of snow.

195. The ratio of the latent heats of condensation to that of melting is such that 0.1 inch of condensation will melt 0.7 inch of snow water.

196. When a major flood occurs, the statement that "the flood was intensified by the melting of the snow cover by the heavy rain" is pretty certain to appear in the papers. But the latent heat of melting of snow crystals is so great that the amount of melt-water produced by rain is ordinarily trivial.

197. It is a familiar fact that if there is a deep, cold snow on the ground, streams do not rise as rapidly after a rain as they would if the snow were shallow.

198. In general there is a marked lag between the melting of snow and the appearance of the resulting water as runoff in the streams.

199. The melting of snow during a thaw progresses from the surface of the pack downward, and from the bottom upward in a drainage basin.

200. Early in the melting season, melt-water freezes as it percolates downward through the snow pack.

201. The snow structure becomes coarser, the density increases, and the spongelike absorptive capacity decreases.

202. With the continued thaw, water begins to accumulate in the snow, either retained by spongelike action or held up by ice layers, which seem to mark the crusts of old snow surface.

203. 最終的に、解けた部分は地表にまで達するが、この頃にはもう急速な融雪が起こっており、雪のカバーにはたくさんの水が毛細流を成す。これは「熟した」段階と言われるゆえんである。
204. 排水流域には、水路の最下流部から分水界へと上向きに移動する帯を成して進行する融雪に伴って、雪解け水が集まってくる。
205. その速度はいつも、一般に気温や露点、風に関係しているが、これらの要素についての個々の情報が少ないため、水文学者たちは、気温のみで融雪の速度を概算している。
206. 地面の霜柱は水の浸透を妨げ、冬から早春にかけての洪水を悪化させるが、その影響は思ったほど深刻ではない。
207. そもそも、冬から早春にかけては、水分が多くなっているために吸水能力が低く、水の浸透は概して少なくなる。
208. たしかに異常な豪雪の場合、洪水警報を発する意味はあるけれども、予報どおりになるとは限らない。
209. 水に換算して4～8インチ以下の雪については、雨が重要な要素になるが、深さがそれ以上になると、融雪の強度と継続時間が重要な要素となってくる。
210. 時に雪と雨が融雪に加わると、非常に危険な状態となりうる。
211. 雪解けが事もなく終了し、完全に普通の水だけになるまで安心できないことを意味しているのである。
212. 雪解けが無事に終了するかいなか、流れの中の氷の量、融雪の強度や急激であるかいなか、そして氷を運搬できる水量によってきまる。



203. Ultimately the zone of melting reaches the ground surface and by this time rapid melting is taking place; the snow cover holds as much capillary water as it can and is said to be "ripe".

204. The release of snowmelt in a drainage basin takes place along a band that moves upward from the lowest areas along the stream channels toward the divide as the thaw advances.

205. The rate at any time is related in a general way to the air temperature, the dew point, and the wind; but since there is little specific information on these factors, hydrologists have used air temperature alone to estimate rate of melting.

206. By preventing infiltration of water, frost in the ground may aggravate floods in winter or early spring, but the effect is not as serious as is often supposed.

207. Moreover, infiltration is generally low at such times anyway because the absorptive capacity is lowered by the high moisture charge that is built up during the winter and early spring.

208. An abnormally heavy snow certainly justifies a warning of floods but rarely a definite forecast.

209. For snows of less than 4 to 8 inches' water equivalent the rain is the controlling influence; for greater depth the intensity and duration of the thaw occur in critical combination.

210. Occasionally snow, rain, and thaw occur in critical combinations.

211. There is no assurance that a breakup will be peaceable until the ice is gone and "open water" prevails.

212. Whether a breakup will be orderly depends on the amount of ice in the stream, the suddenness and intensity of the thaw, and the amount of water to carry the ice off.

213. 通常、春の雪解けに先立って暖かな期間が続き、これによって雪解け水が氷の割れ目に運ばれ、かつては堅固だった氷は、結晶の大きな蜂の巣状になる。
214. 一見したところでは、1月の氷と同じぐらい固く見えるが、実際にはきわめてもろい構造である。
215. 融雪が続き、雪解け水が流れに合流すると、板状の氷が岸からはがれて流れるという美しい光景が展開することになる。
216. 氷が厚い場合には、たとえ緩んで流されても、早瀬や川幅が狭くなる地点や急激に曲がる地点、橋の開口部などで詰まってしまうことがある。
217. 暖かい天候によって発生した雪解け水による流出で増水した流れは、そうした氷によって妨げられ、堰きとめられてしまうのである。
218. ひとたび氷が居座ってしまうと、そこに次々と累積してきて、川の水位は上昇を続ける。
219. そこで寒い天候に戻れば、雪解け水の流出は食い止められ、詰まった氷も次の融雪までそこにとどまる。
220. 氷のダムにせきとめられた水は、豊富なバックウォーターの力でこの詰まりが解消されでもしない限りそのまま成長を続け、これが急激に開放されると、下流において洪水を引き起こすのである。
221. 1952年4月、ノースダコタ州及びサウスダコタ州のミズーリ川において発生した洪水は、地表を覆う氷と流れを堰きとめた氷が大規模河川の洪水においてどんな役割を果たすかを十分に示すものであった。
222. 3月の終わり、モンタナ上流で暖かな天候になったために支川の氷が砕け、下流へ移動してきてミズーリ川の固い氷にぶつかって停滞した。

213. In a normal spring the breakup is preceded by a warm period that carries some melt-water down into every crack in the ice and the once-solid ice is transformed into a honeycomb structure of long crystals normal to the surface.

214. To the casual eye the ice looks as solid as it did in January, but actually it is structurally weak.

215. Then as the thaw continues and the snowmelt swells the streams, the ice sheet is broke from its banks, and that fascinating sight, the ice run, is on.

216. When the ice is of great thickness, the loosened ice may become gorged in constrictions as at riffles, rover narrows, abrupt bends, or bridge openings.

217. The flow of the river, augmented by the runoff from snowmelt released by the warm weather, becomes obstructed and is dammed up by the ice.

218. Once the ice becomes solidly lodged, it continues to accumulate and the river continues to rise.

219. A return to cold weather may arrest the snowmelt runoff, and the jam may hold firm until the next thaw.

220. The ice dam and impounded water grow until the force of the backwater is sufficient to break the jam. The rapid release of the impounded water and ice may then result in floods downstream.

221. The flood of April 1952 on the Missouri River in North and South Dakota was an impressive example of what ice cover and ice jams can do with the flood flow of a large river.

222. Toward the end of March, warm weather upstream in Montana caused the ice in the tributaries to break up and move downstream to jam against the firm ice in the Missouri River.

223. 4月4日ごろ、北からの累積してきた氷によって水嵩の増した川は、あたかも回転ダムのように固い板状の氷を越えて水を押し出したが、時折、詰まった氷や氷の板に阻まれてその放流が寸断された。
224. 氷の背後や下部にせきとめられた莫大な量の水によって、ミズーリ川の流量は甚だしく増加した。
225. こうした河川では、暖かい上流においてまず表面の氷が溶けて砕け、巨大な氷の塊を押し流して、まだ凍りついたままの下流で停滞する。
226. また他の洪水の特徴としては、カナダのマッケンジー川も、北へながれ、北緯69°あたりで北海へ注ぐ川であるが、ここでは下流部で毎年氷によってダムが形成される。
227. 全長約2,500マイル、680,000平方マイルの流域面積を持つこの川の水源は北緯52°付近にある、そこで春の雪解け出水が始まると、河口で氷が消えるまで2ヶ月間続く。
228. 出口に氷のダムができると、下流の河谷は洪水となって、その水位は夏の標準値に比べて50フィート高くなるのである。
229. アメリカ北東部でも、真夏に、溶けかけの雪の氷の累積によって川が堰き止められたことによる洪水の例がいくつかある。
230. ほどなく流れは、浮遊する氷の結晶などによって粘りを帯び、速度が減少して水位が上がる。
231. 雪解け氷は、速度が鈍ってくると、その氾濫原に放流されるのである。
232. セント・ローレンス川は、五大湖の持つ調節作用によりきわめて均一な流れを持っているが、時折、特にバーンハート島付近における甚だしい氷の停滞によって、水位が25フィートも上昇することがある。

223. About April 4 the rising river with its load of accumulated ice from the north pressed downstream against the solid ice sheet, like a rolling dam, with occasional interruptions in its motion caused by gorges or the stubborn resistance of the ice cover.

224. The release of the huge volume of water under and behind the ice produced a phenomenal rise in the discharge of the Missouri.

225. In such streams the surface ice in the upper, warmer reaches melts and breaks up first, sending down huge cakes of ice to jam upon the still solidly frozen lower courses.

226. Another flood peculiarity is the annual ice damming of the lower reaches of the northern-flowing Mackenzie River in Canada, which empties into the Arctic Ocean at latitude 69° .

227. This river, some 2,500 miles long and with a watershed area of 680,000 square miles, has its headwaters at latitude 52° , where the spring freshet begins some two months before the mouth is clear of ice.

228. With the ice dam at the outlet, the lower valley is flooded sometimes to a height of 50 feet above the normal summer levels.

229. There have also been floods in the northeastern United States caused by choking of rivers during midwinter by accumulations of slush ice.

230. In the meantime the flowing water becomes fairly viscous with its suspended load of ice crystals, causing a reduction in velocity and a corresponding increase in stage.

231. Slush ice is deposited on its flood plain wherever velocities slacken.

232. The St. Lawrence River, which has a remarkably uniform flow owing to the regulating effect of the Great Lakes, is sometimes raised as much as 25 feet as a result of severe ice jams, particularly in the sections near Barnhart Island.

233. 氷の停滞は12月16日に始まって成長を続け、58日間そこに留まった後、2月12日に崩壊した。
234. 崩壊する前の停滞した氷の厚みは最も低い部分で30フィート、全長は12マイルに達し、バックウォーターは100マイルにわたって逆流した。
235. 氷が重要な意味を持ち、崩壊が毎年のように発生しているスカンジナビアやアラスカのような地域では、その予報についてかなりの科学的関心が払われている。
236. しかしアメリカでは、冬が過酷な地域もあれば冬のない地域もあり、条件が多様で雪解けの時期も種類も特定できないため、予報は事実上無効であろう。
237. 氷の停滞は防止したり予報したりすることが難しいが、毎回同じ条件で形成されるため、その再発は氷の停滞を招く障害を取り除くことによっておさえることはできる。
238. まだ形成段階ならば、ダイナマイトあるいはテルミット等による爆破で破壊することができる。
239. アメリカでは、氷の停滞による洪水で人命が奪われた例はない。
240. 停滞部から上流のバックウォーターの水位は徐々に上昇するため、危険地帯から避難する時間は充分にあるからであろう。
241. 氷の停滞が解けてからの下流の洪水位は急激に上昇するが、これも事前に警告することは十分に可能である。
242. 集水区域における洪水の生成は、流出過程の段階を追ってその進行を図で説明することができる。
243. 図7は、湿気が多い気候における河谷の概念断面図によって、流出過程の一連の事象を示したものである。
244. 洪水の始まりは、いわゆる嵐の前の静けさから始まる。

233. The ice began jamming on December 16 and continued to grow until it broke on February 12, after holding in place for fifty-eight days.

234. Before it broke, the jam had a maximum depth of 30 feet at its lower end, and a total length of 12 miles. The backwater extended more than 100 miles up the river.

235. Where ice is of great importance, and where the breakup is an annual event, as in Scandinavia and in Russia, considerable scientific attention is given to forecasts.

236. But in the United States, on the border between heavy winters and no winters, conditions are so variable and the time and kind of breakup so uncertain that forecasts are virtually useless.

237. Ice jams are difficult to prevent or anticipate. They tend to form at the same constrictions and their recurrence can be minimized by removing the obstructions on which the ice lodges.

238. When still in their critical formative stages, they are readily dispersed by dynamiting or use of Thermit charges.

239. Ice-jam floods in the United States seldom cause loss of life.

240. Backwater stages above gorges increase slowly, affording everyone ample opportunity to move out of the threatened district.

241. Flood stages below increase sharply when the jam finally gives way, but those below can be altered in advance.

242. The generation of a flood in a drainage basin may be visualized as a progression from one stage to another during the runoff cycle.

243. Fig.7 shows the sequence of events in a idealized cross section of a river valley in a humid climate during the runoff cycle.

244. The story begins with the calm before the storm.

245. 川は低く、地下水からのゆっくりとした浸透 (B) によってのみ水を供給されている。
246. 好天により、陸地に水はない。
247. 地下水から川への流出 (B) は、地下水面を X から  $X_1$  へと下げる。
248. 地下水面が水路以下に下降すると流れは干上がる。
249. 地下水面がゆっくり下降していく過程で、地下の貯水能力は回復する。
250. 植物による蒸散 (T) と直接の蒸発 (E) により、土壤の水が消散し、土壤の貯水能力も復元される。
251. 図 7 B は、降雨(P)の始まった直後の水文学的現象を概念断面図で表したものである。降雨は均一であり、強度が軽いものと仮定されている。
252. 雨の一部(C)は直接流れの上に降り、即座に流量の増加をもたらす。
253. 別の一部 (V) は植物にさえぎられ、さらに別の一部 (D) は地面を湿らせ、地表のくぼみに入り込んだり水溜まりに溜まったりする。
254. もし地面が水分の少ないまま凍結していれば、霜柱は浸透能力を向上する役割を持つ。
255. 降雨 (P) が長びき、強度を増した場合、植物もすべて濡れてくるため、降雨はすべて地面に到達する (V) 。
256. 地表のくぼみの水はあふれ、その後に降り注いだ雨が加わって流出物となるか、もとの土壤に浸透していく。
257. 浸透率は変動が大きく、すでに土壤に貯えられていた水の量によって変わってくる。



245. The rivers are low, being fed only by slow seepage (B) from the ground water.
246. Fair weather is depleting the water on the land.
247. The drainage (B) from the ground water into the streams lowers the water table from X to X<sub>1</sub>.
248. When the water table drops below the channel, the stream dries up.
249. The gradual lowering of the water table restores the underground storage capacity.
250. Transpiration by plants (T) and direct evaporation (E) deplete soil water, and also restore the storage capacity.
251. Fig.7B shows the various hydrologic phenomena on the idealized cross section soon after the start of the rainfall (P) assumed in this illustration to be uniform and initially of light intensity.
252. A part(V) of the rain is intercepted by vegetation, and a small part of the rain (C) falls directly on the streams and becomes an immediate increment to stream flow.
253. A part (D) wets the ground and is caught in the small depressions and puddles on the surface.
254. If the ground is frozen at a low moisture content the general effect of the frost will be to increase the infiltration capacity.
255. As the rainfall (P) continues and increases in intensity, the vegetation is thoroughly wetted and all the rain reaches the ground (V).
256. Surface depressions overflow and additional rain becomes runoff or infiltrates (I) into the soil in all previous areas.
257. Rates of infiltration vary greatly, principally in relation to the amount of water already stored in the soil.

258. 何もない土壌よりは、植物の多い土壌の方が多くの水を吸収しやすいことがわかっている。
259. 降水量が浸透率を超えてしまうと、表面流出 (O) が活発になる。
260. 表面流出は、その経路である地表の浸透能力により、水路まで到達する場合もあれば、しない場合もある。
261. 雨が降っている間、土壌の水分は増加し (S)、土壌の浸透能力が限界に達すると、まず河谷の浅い部分の、中間流出があふれ出て、小川となって流れに注ぎ込む。
262. 降雨と地下水の補充が続くと、地下水面は上昇し、流れに注ぐ基底流が増加する。
263. 細流や小川には、表面流出、中間流出、そして基底流としての地下水という三つの水源から集水される。
264. 表面流と中間流出は、降雨の緩急に呼応して波のようになって陸地から流出していく。
265. こうした水源は洪水の大部分を占めている。
266. 大規模な洪水の後半では、流域のすべての天然の貯水容量は飽和状態になり、流れへの流出率は降水率に近づき、やがて同率になる。
267. 流れの水位は頂点に達し、水路に貯留された水は洪水が下流へ行くにしたがってすみやかに排水される。
268. やがて天候が回復し、蒸発 (E) と蒸散 (T) になり、植物の水分、地表の水溜まり、土壌の水分はふたたび乾燥し始める。

258. As between different soils, there is considerable evidence that heavily vegetated land absorbs water more readily than bare soil.

259. When the rainfall rates exceed the infiltration rates, there is active surface runoff (O).

260. The surface runoff may or may not reach stream channels depending on the infiltration capacity of the ground over which it must flow.

261. During the rain there is a general increase in the soil moisture (S). As the field capacity of the soil is reached, first in the shallower areas in the valleys, "wet-weather seeps" discharge into the rills and ultimately into the streams.

262. With continued rainfall and recharge to ground water, the table rises and base flow into the streams increases.

263. The runnels, creeks, and brooks now rise rapidly as they actively receive drainage from all three sources: surface runoff, wet-weather seeps (or subsurface storm flow), and from the ground water as base flow.

264. Surface flow and wet-weather seeps run off from the land in surges that rise and fall in close response to bursts of rainfall.

265. These sources make up the greater part of the flood.

266. In the latter phases of a major flood all natural storage facilities of the basin are filled and the rate of drainage into the streams approaches and may almost equal the rate of rainfall.

267. The streams are at their peak and the channel storage will soon drain as the flood passes downstream.

268. Fair weather has returned, and evaporation (E) and transpiration (T) are again drying the wet vegetation, surface pools, and soil moisture.

269. 水溜まりから土壌への浸透 (I) はまだ活発で、土壌の余剰水は地下水面 (R) に浸透している。
270. この全過程がふたたび最初の段階に戻り、陸地の貯水能力、すなわち自然の洪水防御能力は復元する。
271. 最初の段階は第3の段階と同じくらい重要で、これが短いと貯水能力は低くなり、流出過程は、第3段階へ、そして活発な洪水段階へと入っていくのである。
272. 流れが下流へ行き支流と合流するにつれて、次第に増加していく集水区域からの水が集められ、排水領域すなわち集水領域の規模が流れの特性として最も重要な要素の一つになる。
273. 図8 A は、サバナ川における下流へ向かう流れの変化を示した流量曲線である。
274. この図形は洪水波の形成を示している。
275. 洪水が上流から下流へ移動するまでに3日間を要していること、また洪水波が下流へ行くにしたがって拡大しており、流量として何倍にも増加していることに注意したい。
276. 図8 B は、シャトゥーガ川上流における流量、ならびにクリオ付近の下流における流量を、集水区域における平方マイル当たりの流量で立方フィート単位で表したものである。
277. 図8のAとBを比較してみると、下流方向においては流量が増加するものの、集水区域の単位面積当たり換算では下降していることがはっきりわかる。
278. この減少は、河道における低減作用を反映したものである。
279. 氾濫原には大量の水があふれ、各段階ごとに増加していく。
280. 河床の貯留部分へ向かう水は流量の増加を制御している。

269. Infiltration from the pools into the soil (I) is still active and the excess water in the soil is percolating to the water table (R).

270. The cycle then returns to the first stage to begin anew the restoration of the storage capacity of the land, nature's flood control.

271. The first stage is as critical as the third; if it is short, the storage capacity is low and the runoff cycle moves rapidly into the third and active stage of the flood.

272. As a stream descends and is joined by tributaries it collects the drainage from a steadily increasing catchment area, and the size of drainage or catchment area is one of the most important characteristics of a stream.

273. The progress of a flood downstream on the Savannah River is shown by hydrographs on Fig.8A.

274. The diagram shows the build-up of the flood wave.

275. Note the three-day period required for the flood to move from the headwaters to the lower stream; note also the spreading-out of the flood wave and the severalfold increases in discharge as the flood wave moves downstream.

276. Fig.8B shows the hydrograph of discharge upstream on the Chatooga River and downstream at Clio in terms of the discharge in cubic feet per square mile of drainage area.

277. Comparisons of diagrams A and B of Fig.8 shows clearly that although the discharge increased in a downstream direction, the increase fell far short of that attributable to drainage area.

278. The reduction reflects the attenuating action of the channel system.

279. Large volumes are spread over the flood plain with each increment in stage.

280. Water going into storage in the valley bottom serves to check the increase in discharge.

281. こうした莫大な量を見ると、貯水池による洪水防御の試みに対して根本的な疑問が湧いてこないわけにはいかない。
282. 洪水到達時間（流出における集水時間及び流達時間）も、集水面積同様に重要な問題である。
283. この時間によって、流出が急激に集中し、短時間に大きなピークを示すか、あるいは長時間にわたって拡散するかが決定される。
284. 集水区域におけるラグ（洪水到達時間）はきわめて一定の特性を見せ、上流に中心をもつ嵐の場合は長く、下流に行くほど短くなるが、一般にその流域におけるラグの分布の範囲は比較的限られている。
285. 図9に示すとおり、だいたいの傾向として、ラグは集水区域の規模によって増加する。
286. 同規模の異なる流域間において、流れが淀んでいるか（ラグが長い）、早いか（ラグが短い）によってラグにはおよそ3倍の開きがみられる。
287. 河道の貯水能力は流域のラグと嵐の継続時間との関連で表すことができる。
288. 長い嵐の間、流量は実質降水量と均衡を保つまでに上昇する。
289. したがって、ここでわれわれは、洪水の最大量を増加させる効果と、これを減少させる効果という、嵐の継続時間によってもたらされる相矛盾する効果に直面する。
290. 流域におけるラグと嵐の継続時間のさまざまな組み合わせを分析した結果によると、流域にとっては、嵐の有功継続時間が流域でのラグと一致する場合は危険であることがわかっている。

281. Such enormous volumes pose substantial questions in attempts to control floods on large rivers by means of storage reservoirs.

282. The time required for water to gather and flow from the drainage basin is nearly as important as the drainage area.

283. This time determines whether the runoff is sharply concentrated in a high but short peak or is spread over a long period.

284. For a given drainage basin the lag is a fairly stable characteristic. It may be somewhat longer for a storm that centers in the upper basin than for a storm in the lower part, but in general the range in a given watershed is comparatively limited.

285. The lag increases with the size of the drainage basin, approximately as shown on Fig.9.

286. As between different watersheds of equal size, there may be as much as a threefold variation in the lag, depending on whether the streams are sluggish (long lag) or flashy (short lag).

287. The effects of channel storage can be expressed in terms of the lag of the watershed and the storm duration.

288. During a long storm there is opportunity for the discharge to build up toward equilibrium with the net rate of rainfall.

289. Therefore we find two opposing influences exercised by storm duration, one tending to increase the flood peak and the other to decrease it.

290. Analysis of many different combinations of basin lag and storm duration indicates that for a given watershed the critical storm has an effective duration equal to the basin lag.

291. 洪水はまず、メキシコ湾からの暖かく湿った大気が、普通なら東向きに進むその経路を阻む二つの寒気団の間に入り込んで、上がってきたことによって始まった。この寒気団は、ちょうど山間の道を吹く風のように、暖かく湿った大気を一本に集中させた。
292. 寒気団の斜面を上がっていく湿った空気はやがて冷え、メキシコ湾から吸収された水分が凝結して雨となって降った。
293. 一本に集中したことによって生じた渦は、1935年の8月6日から7日にかけてマスキングム流域中央部に達した。
294. 12時間平均の降水量は、1,500平方マイルにわたって7.5インチ以上、5,000平方マイルにおいては5インチ以上となった。
295. 降水の時間分布を示す記録はきわめて少ないが、断片的な資料によれば40%が3時間以内に降り、65%が6時間以内に降っている。
296. 流量のピークは毎秒19,700立方フィートで、これはその集水区域における毎時0.1インチに相当する。
297. 流出量は、6.3インチの降水量に対して3.0インチ相当であった。その差3.3インチは、土壌の水分および地下水として保持された量である。
298. 嵐は約12時間継続したため、平均浸透率は毎時0.3インチだったが、この率を超える降水のみが洪水流出をもたらすものとなる。
299. 明らかに、河道は貯水池として機能しており、流入量の累積が流出量よりも多くなっている。
300. このように低い値なので、1935年8月の嵐は、シュガー・クリークにおける最大の記録となったにもかかわらず、この流域にとっては特に危険なものであったとは言えないことになる。



291. This flood began with an invasion of warm, moist air moving upslope from the Gulf of Mexico into a trough between two huge domes of cold air that blocked its usual eastward course. These domes caused the warm, moist air to converge as if flowing through a mountain pass.

292. The upslope motion of the moist tongue caused it to cool and to drop the load of water that it had absorbed from the Gulf of Mexico.

293. The eddies in the air created by the sharp convergences occurred just over the central part of the Muskingum basin during the night of August 6-7, 1935.

294. The 12-hour storm averaged 7.5 inches over 1,500 square miles, and 5 inches over 5,000 square miles.

295. Very few records of the time-distribution of the rainfall are available, but fragmentary evidence indicates that about 40 per cent fell in 3 hours, and 65 per cent in 6 hours.

296. The peak rate of runoff was 19,700 cubic feet per second, equivalent to 0.1 inch per hour from its drainage area.

297. The volume of runoff was equal to 3.0 inches, compared with 6.3 inches of rainfall. The remaining 3.3 inches was retained as soil moisture and ground water.

298. Since the storm lasted about 12 hours, the rate of infiltration averaged about 0.3 inch per hour, and only rainfall in excess of that rate was effective in producing flood runoff.

299. Apparently the channel system was acting like a reservoir, accumulating inflow faster than it was discharging it.

300. Since this is a low value, we can judge that the storm of August 1935, although it produced the record maximum on Sugar Creek, was not really a critical storm for this watershed.

301. たとえば、1935年8月のものと同じ生起確率の嵐が、この310平方マイルの流域で18時間継続した場合を考えてみよう。
302. 洪水の特性は国の中で地域ごとに異なる。その主たる原因は気候であるが、アメリカでは、完全な砂漠からオリンピック半島の湿潤性の熱帯雨林やアパラチア山地に至るまで、天候はきわめて多様である。
303. 河道や氾濫原も気候要素の一部をなすもので、嵐の間土壌の水分を補充するのに必要な量以上の降水を調節する役割を持っている。
304. 一地域の流れが早いか遅いかは、主に土地の険しさや河道貯留量、地下水の帯水層（水を含んだ層）の浸透性や容量といった地文学的要素によって左右される。
305. 各地域における洪水特性は、まず気候との関連で、そしていくぶんかは地文学的な要素によって説明されるのである。
306. アメリカ北東部は、概して年間を通じて均一な降水分布を持つ地域で、冬には雪や雨が降る。
307. 雪は長くは残らず、最大積雪量は平均2～4フィートであるが、積雪が少ない場合でも水分の濃度は20～30%という高い値を示し、洪水流出の潜在的な原因となる。
308. 分析によれば、北東部において記録されている大規模な洪水は、いずれも雪解けに関連しており、その流出量は10～15インチである。
309. この氷が解けると、冬および春の雪解け時の洪水条件を悪化させることになる。
310. こうした嵐によって引き起こされた洪水流出量は、8～10インチを超えることはめったにないものの、きわめて集中的であり、最大の流量は、普通の冬の洪水時の流量と同等か、所によってはこれを上回る。

301. For example let us consider an 18-hour storm of about the same frequency of recurrence as that of August 1935 on this 310-square-mile basin.

302. Flood characteristics vary over the country. The chief influence is climate, which in the United States varies from the superhumid rain-forests on the Olympic Peninsula and higher Appalachians.

303. The channel and the flood plain too are in part climatic factors, adjusted to carry off the rainfall in excess of that needed to recharge soil moisture during the storm.

304. Whether the streams of a region are flashy or sluggish depends chiefly on such physiographic factors as the steepness of the land, the amount of channel storage, and the permeability and capacity of the ground-water aquifers (water-bearing beds or strata).

305. The flood characteristics in each region may be explained in terms of climatic and, to a lesser degree, physiographic factors.

306. The northeastern United States is a region of generally uniform annual distribution of precipitation, which in the winter may fall as rain or snow.

307. Snow does not remain long, and maximum depths average 2 to 4 feet. The snow, though shallow, reaches a high water-density of 20 to 30 per cent, constituting a potential source of flood runoff.

308. Analyses indicate that most major floods of record in the Northeast have been associated with melting snow, with runoff near 10 to 15 inches.

309. The ice breakup aggravates flood conditions during winter and spring freshets.

310. Flood runoff produced by these storms seldom exceeds 8 to 10 inches but is sharply concentrated, so that peak discharges equal and in local areas may exceed those of the more general winter floods of greater volume.

- 3 1 1. こうした夏の嵐はまた比較的小さな地域を包み込んでしまうこともあり、これによって生じる洪水は、特に暴風雨の中心の直下にある小さな小川においては、通常きわめて深刻である。
- 3 1 2. わが国の南東部は湿潤性の地域で、季節による降水分布はきわめて均一である。
- 3 1 3. この地域は、北東部に比べて降水量は多いが、雪はまれである。
- 3 1 4. 一方この地域は、アメリカ史上に残る最大級の暴風雨をいくつか経験している。
- 3 1 5. 小さな河川は、豪雨時を除いては干上がっており、ロッキー山脈に源を発するより大きな河川のみが年間を通じて流れている。
- 3 1 6. 洪水流出に大きな役割を果たす豊富な量の降雪があるのは、大平原の北部、すなわちミズーリ川流域のみである。その他の地域では、雪は吹きつけるものの、積もることはない。
- 3 1 7. それでも雪は、ロッキー山脈を水源に持つ河川の洪水における大きな要因となっている。こうした河川は、毎年の冬から春、流下する過程で次第に水位を上げながら大平原を流れていくのである。
- 3 1 8. 嵐は5日間継続したが、ほとんどの降雨は一日に集中した。
- 3 1 9. こうした嵐は、メキシコ湾からの水分を多量に含んだ大気が絶壁から上がってきて急速に移動することによって形成される。
- 3 2 0. 冬に降水のある太平洋気候は高緯度にて東部まで達し、一方、夏に雨の多い大平原型気候は低い緯度において西へち伸びている。
- 3 2 1. それ以上の標高では、春から夏の初めにかけての気温が氷点ぎりぎりであるため融雪がきわめてゆっくりと進行し、洪水を引き起こすことはない。

311. These summer storms also embrace smaller areas, and the resultant floods are usually severe in local areas, particularly in the smaller creeks situated under the eye of the rainstorm.

312. The southeastern part of the country is a humid region with fairly uniform seasonal distribution of rainfall.

313. This region receives greater rainfall than the Northeast, but snow is rare.

314. On the other hand, the region experiences some of the greatest rainstorms recorded in the United States.

315. The smaller streams are dry except during intensive cloudbursts. Only the larger streams originating in the Rocky Mountains are perennial.

316. Only in the northern Great Plains, that is, in the Missouri basin, is there enough snow to be an important contributor to flood runoff. Elsewhere a lot of snow blows through, but little stays.

317. Snow is nevertheless an important factor in the floods on the rivers that head in the Rocky Mountains; these rivers reach high stages during their course through the Plains each winter and spring.

318. Of five days' duration, the greater part of the rain fell in one day.

319. High runoff occurred during the flood because the soil had already absorbed several inches of rain during the preceding weeks.

320. The Pacific climate (winter precipitation) reaches eastward at high altitudes, while the Plain type (summer rain) extends westward at low levels.

321. Above that level, temperatures during the spring and early summer are close to freezing, and snow thaws so slowly that it seldom produces floods.

322. 徐々に上昇する気温と、温暖な気候による早目の融雪はゆっくりと水を流し出すため、危険な洪水位は発生しない。しかし融雪が遅れて晩春になっても山に豊富な雪が残っていると、下流における水位が上昇することになる。
323. 大規模な洪水の記録では、雨に雪が加わることによる洪水流出は、一回の洪水で15～30インチの範囲内であり、これはアメリカにおいて起こりうる最大の洪水流出であるが、流出は何週間にもわたって続くため、強度としては大きくない。
324. 最大の流出量は、集水区域面積において類似のニューイングランドにおけるそれに比較しうるものの、この章の後で図20に示すアメリカの包絡曲線の半分程度である。
325. これらは一般に夏、湿気を含んだ大気が急速に上昇する山間部や河谷平野において、湿った空気が暑い日中の対流により上昇する時に発生する。
326. 気団がこの地へやって来ると、台地や山地の上を、北や北西へ向かって進行する過程で強制的に上昇させられる。
327. 短く局地的な、対流性の雷雨は、多くの場合数日かけて、間に湿り気のない領域をはさんで広い範囲に拡散する。山地や峡谷からはるか離れた平坦な土地での雷雨は、決して珍しいものではないのであるが、これらは地勢上鋭い断層があったり、高い山地で風上方向への傾斜がある部分で発生しやすい。
328. 記録によれば、最も激しい雷雨は正午から真夜中の際に発生しており、その原因は大気の低い層における放熱による局地的な対流である。
329. 強度が最も高くなるのは嵐の始まりに多く、たいていの場合、数時間穏やかな雨が降って終結する。

322. A gradual rise in temperature or a warm, early thaw can release the water so slowly that dangerous flood stages do not occur. But a delayed thaw, with nearly the full snowpack remaining in the mountains until late spring, will produce the highest river stages in the valleys below.

323. Records of outstanding floods show that the runoff from the combination of rain and snow may range from 15 to 30 inches during a single flood, which is an approximate measure of the probable maximum flood runoff on the United States, but the runoff occurs over periods as long as several weeks and so is of low intensity.

324. Maximum rates of runoff, although comparable to those in New England for drainage areas of equivalent size, are only about half the United States' enveloping graph, shown on Fig.20, which appears later in this chapter.

325. They occur generally in the summer, either along the mountain fronts where moisture-laden air is rapidly lifted, or on the valley floors when moist air is lifted by convection on hot days.

326. When the air mass enters the country it is forced to rise during its northerly or northwesterly progress over the plateau and mountains.

327. The short, local convective thunderstorms are usually scattered over wide areas for several days with broad intervening regions left unwet. They are most likely to occur in localities where there is a sharp break in topography and along the steep windward slopes of high mountain ranges, although thunderstorms in flat areas far removed from mountains or canyons are not uncommon.

328. Records show that most thunderstorms take place between noon and midnight, probably caused by local convection from heating of the lower layers of the air.

329. The highest intensity is usually at the beginning of the storm and many conclude with several hours of relatively gentle rain.

330. こうして集水区域においてもたらされる流出をインチで表すと小さく、1/2インチを超えることはないが、流出が1～2時間以内に集中するため、流量は比較的高い。
331. 実際、豪雨による洪水は、峡谷が開ける沖積土扇状地に建てられた街に甚大な被害をもたらす、損害は豪雨によって運ばれた堆積土砂によってさらに増加する。
332. より多くのものを含んだ洪水は泥流と呼ばれ、峡谷を下ってきて、莫大な量のモルタルやコンクリートのように、扇状地へ吐き出されるのである。
333. 洪水の被害を受けやすい河川は、平坦で凍結した湖床を流れるもので、その岸は低く広く、過剰な量の流出はすぐに洪水となって外へ溢れ出していく。
334. 洪水は季節を通じて発生するものであるが、発生しやすい時期はある。
335. 季節による洪水の発生を左右する主な要素として、(1)特に雨の多い季節があること、(2)緯度や標高によって決定される気温の季節的変化の二つが上げられる。
336. 気温はまず積雪や融雪を左右し、次に土壌の水の蒸発を、したがって地面の貯水能力を左右する。
337. この気温の影響ゆえに、冬と春が主たる洪水の季節となる。
338. 涼しい季節では地面がゆっくりと乾燥し、凍結した地面は浸透を妨げ、地面の吸水能力は最低となる。
339. 降水による大規模な流出が起こりやすい条件となるのである。
340. 融雪が、暖かい季節の到来とともにその頂点に達すると、南部で洪水が早めにピークを迎え、北部では遅めとなる。



330. The resulting runoff when expressed in inches over the drainage basin is small, rarely exceeding half an inch, but the discharge rates are relatively high because the runoff is sharply concentrated in not more than an hour or two.

331. Cloudburst floods do considerable damage to towns built where mountain canyons debouch on alluvial fans, and damage is increased by the large freight of debris carried by the cloudburst.

332. Some of the more heavily loaded floods, known as mudflows, slip down the canyons and spew out over the fan like huge sheets of wet mortar or concrete.

333. The rivers most prone to flooding are those flowing over flat, glacial lake beds, where the banks are low and wide and the excessive rate of runoff will rapidly flood outward.

334. Floods can and do occur in almost all seasons, but they are more apt to take place in some than in others.

335. The two chief factors controlling the seasonal occurrence of floods are (1) the presence of marked rainy seasons and (2) the seasonal change in temperature as regulated by latitude or altitude.

336. Temperature operates first in controlling the accumulation of precipitation as snow and its subsequent thaw, and second in controlling the rate of evaporation of soil water and hence the storage capacity of the ground.

337. Because of this influence of temperature, winter and spring are the dominant flood seasons.

338. In the cool seasons the ground dries slowly, freezing ground may impede infiltration, and the absorptive capacity of the ground is at a minimum.

339. Conditions are therefore favorable for a large runoff from a downpour of rain.

340. Since the thaw reaches its climax with the onset of the warm season, floods peak earlier in the south and later in the north.

341. また、東部では、洪水の季節が南から北へと進行していき、湾岸諸州では通常1月、2月、3月にピークを迎え、ケベックでは4月、5月となるのである。
342. 南北のこうした推移に重なるのが、西部における標高の差によって起こる季節的な水位上昇の地方差である。
343. 河谷の流れは、高い山脈において雪によって水が供給される川よりも数ヶ月早く一年中で最も高い水位となる。
344. 晩夏から秋にかけては、大規模河川において洪水の少ない季節となる。
345. この時期はまた、南東部や湾岸地域でハリケーンによる洪水がある時期でもある。
346. しかし、その他の地域では、夏の洪水や秋の「カボチャの季節の洪水」は、一時湿潤な気候になった後で、集中的な豪雨があった場合はいつも散発的に発生する程度であり、被害を受ける地域も、冬の嵐に比べれば概して小さい。
347. 大きな河川では、季節的な特性が顕著である。
348. オハイオ川のピークは1月から4月にかけてやってくるのが特徴であり、ミズーリ川の中下流では二つのピークがある。
349. また、通常、大平原が雨期に入る6月にピークを迎える中流域、下流域からの水もこれに加わる。
350. 冬では1月に集中するが、奇妙なことに真冬の2月には洪水による被害がほとんどない。4月もまた洪水被害の多い月に数えられ、夏では、6月と7月に多い。
351. 洪水を考える上で、こうした季節的な特性がきわめて重要である。たとえば、農作や、ダム、橋の工事工程を作成したり、季節的支配に応じた氾濫原の所有権を決定したりする場合など、洪水発生が少ない季節を利用したり、洪水貯水能力を生産的に活用するなどによって利益を生むことは充分可能なのである。

341. The south-to north progression of flood seasons may also be noted in the East, where peaks normally occur in January, February, and March in the Gulf States, and in April and May in Quebec.

342. Superposed on the general north-and-south gradations are the local variations in seasonal high water caused by the large differences in altitude in the West.

343. The valley streams attain their seasonal high stages some months earlier than the snow-fed streams that reach high up in the mountains.

344. Late summer and autumn appear to be seasons of few floods on large streams.

345. This period is also marked by the hurricane floods in the Southeast and Gulf region.

346. But elsewhere in the country, summer floods and the "pumpkin" floods of autumn occur sporadically, whenever an intensive rainstorm follows a wet spell. The area affected is generally small compared with that of a winter storm.

347. Large rivers show very marked seasonal characteristics.

348. The Ohio peaks characteristically from January through April. In its middle and lower reaches the Missouri River has two peaks.

349. It is also fed by the middle and lower tributaries which normally peak in June, during the rainy season on the Plains.

350. In winter, January is dominant, but strangely the midwinter month of February shows little flood damage. April ranks as the month with the highest flood losses. In summer, June and July are the leading months.

351. Dominant seasonal characteristics are important in dealing with floods. It is possible, for example, to profit by the lesser frequency of floods in certain seasons, by borrowing flood-storage capacity for productive use, in scheduling farming operations and construction work on dams and bridges, and in ordering flood-plain occupancy in accord with the seasonal regimen.

352. 太古の昔から、人間の進歩と経験に対して河川が持っている重要性については、数々の記録が残されているが、定量的・科学的な観点から川の挙動を示した資料となるものはごく少ない。
353. 歴史的に興味のある事実として、実際1762年と1763年に、この要塞で、記録上最も大きな二つの洪水が発生しており、後者は以後173年間その記録を塗り替えられることがなかった。
354. ニューイングランド州や大西洋沿岸地域におけるいくつかの川においても、こうした方法によって、不完全ながらも植民地時代まで遡って洪水位の記録をたどることができる。
355. これらの流量は、概して、水面に浮きを流して速度を測る方法に基づいて求められている。
356. しかしながら、自然流の速度や流量を測定する方法が本質的に開発されたのは、ここ75年から80年のことにすぎない。
357. ナイル河谷の収穫は毎年夏の洪水に依存しており、洪水の高さによって、土地がどの程度耕作できるのか、どの季節が飢饉になるのかが決定されてきた。
358. しかし、最も有効な資料は、カイロのロダ測水所におけるもので、ここでの年最高水位の観測記録は、紀元622年以降、16世紀と17世紀の一部を除けば完璧なものである。
359. 洪水位とは、川が災害を引き起こすか、あるいはその危険性がある水位として定義される。
360. これらの表を見ると、洪水についての結論をきちんと出すためには、長期にわたる記録の有無がいかに大切かがかる。
361. オハイオ川の記録では、河川水位の上昇が1850年に始まっていることがわかる。
362. こうした1世紀に及ぶ記録があれば、ここでの洪水が今、かつてない最悪の状況になっていると結論できるだろう。

352. From the earliest times history records much evidence of the importance of rivers in human progress and experience, but rarely does it contain references to river behavior that have quantitative scientific significance.

353. As a matter of historical interest, two of the three highest floods of record occurred at the fort in 1762 and 1763; the latter was not exceeded for 173 years.

354. By this method, incomplete flood-stage records have been pieced out for several rivers in New England and along the Atlantic seaboard, extending well back into the colonial period.

355. These discharges were generally based on measurements of velocity by means of surface floats.

356. But the art of measuring the rate and volume of natural streams has been developed essentially within the last seventy-five or eighty years.

357. The crops of the Nile Valley are dependent on flooding each summer, and the height of the flooding has determined the extent of the lands that could be tilled in any year, and therefore the seasons of plenty and famine.

358. But the most useful data are the records at the Roda gage at Cairo, where readings of the highest stages in each year are reasonably complete from A.D. 622 except for portions of the sixteenth and seventeenth centuries.

359. Flood stage is defined as that level at which the river either causes or threatens damage.

360. These diagrams demonstrate how essential it is to have long records if conclusions about floods are to be reached safely.

361. The Ohio River records seem to show a progressive increase in river stages beginning about 1850.

362. With this century-long record, one would appear safe in concluding that floods are now worse than ever.

363. その100年前にさかのぼる記録を見れば、1850～1870年には洪水の活動は少なく、主な洪水はむしろ1760～1800年において発生していることがわかるのである。
364. 洪水の比較は、その再現期間を基にして行われる。
365. われわれが10年確率洪水、100年確率洪水などと言っているのは、ある規模の洪水が、あくまで平均して10年に一回、100年に一回の頻度で発生していることを意味している。
366. これは10年、あるいは100年に一回という均一な割合で起こっているという意味でない。
367. 100年確率洪水が2～3回、ごく近接した時期に起こっている例もありうる。
368. 最近では、四つの洪水がまとまって起こった例がある。
369. 100年確率洪水が1世紀あるいはそれ以上にわたって記録されていない場合もある。
370. 1000年ぐらいの長い歴史の間には、10の100年確率洪水があることになる。
371. また別の方法として、一部の水文学者は、100年確率洪水をその年において100に1の可能性で発生する洪水として定義している。
372. 再現期間については、大規模な洪水が起こるたびに問題にされてきた。
373. レパブリカン川において、50年間その記録を塗り替える洪水はなかったのであるが、1935年5月にレパブリカン川流域は嵐に見舞われ、ワケフィールドにおいて洪水のピークは毎秒ざっと180,000立方フィートに達したのである。
374. こうした予期せぬ洪水は過去何度も起こっており、今後も起こるはずである。
375. ここで、記録されるたびに洪水が大きくなっており、洪水規模が着実に増加しつつあると一足飛びに結論するのは誤りである。

363. The fragmentary record for the preceding 100 years shows rather definitely that the 1850-1870 period experienced rather little flood activity and that major floods occurred back in 1760-1800.

364. Floods are compared on the basis of their frequency of recurrence.

365. We speak of a 10-year flood, or a 100-year flood, meaning in each case a flood of such magnitude that it occurs once in 10 years, or 100 years, on the average.

366. This does not mean that the floods occur evenly spaced at 10- or 100-year intervals.

367. Two or more floods of 100 year magnitude can and sometimes do happen in close succession.

368. A recent experience involves the group of four floods.

369. A century or more may elapse without a 100-year flood.

370. In a very long history, say 1,000 years, there would be ten 100- floods.

371. Another way of looking at it, preferred by some hydrologists, is to define a 100-year flood as one which has a 1-in-100 chance of occurring in any given year.

372. The question of the frequency of recurrence is raised immediately after every major flood.

373. The Republican River had not exceeded that flood in fifty years of record. Yet in May 1935 the Republican River basin was visited by a storm which produced a flood peak at Wakefield estimated at 180,000 cubic feet per second.

374. Such unexpected floods have happened many times in the past, and will continue to happen in the future.

375. It would be a mistake to jump up the conclusion that bigger and bigger floods are being recorded, that floods are steadily increasing in magnitude.

376. 上の曲線は、下の曲線の約5倍となっているが、これは洪水の条件が変わってきたことを意味するものではない。
377. 記録上さらに大きな洪水が起こるかいは、確率の法則の問題なのである。
378. 洪水周期を予想する上で最も物議をかもす側面として、ある特定の川において起こりうる最大の洪水というものがあるかどうか、あるいはいかなる洪水も起こりうるが洪水が大きいほどその発生確率も少ないのかどうか、という問題がある。
379. 優秀な水文学者故 R. E. ホートンは、かつて「洪水の規模は、常に再発期間が長びけば長びくほど大きくなるが、その増加には一定の限界があり、無限ではありえない」と述べた。
380. 故メリル・バーナードによって洗練された技術となった水文気象学的方法論では、次のような命題を立てて、これに対する解答を模索しているのである。すなわち、「記録にあるこの嵐は、より大きな強度、より長い継続時間、より激しい程度のものであった可能性はないか。」
381. 大規模な洪水のあと、嵐がもし数マイル西や南に中心を持っていれば、これが引き起こす洪水ももっと大きくなったかもしれない、といった考察が行われるのはよくあることである。
382. 事実、嵐を移動させて考えてみることは、記録上最大の洪水が、さらにどれほど大きな一連の現象を引き起こしていたかを知る上できわめて実り多い方法なのである。
383. 嵐を移動させて見る時、もとの位置と変更位置間の水文気象学的条件に若干の調整を加えなければならない。
384. たとえば、北もしくは内陸部の方へ移動する場合、降水量を減じて大気に含まれる水分を減少させてやる必要がある。
385. また、嵐の移動は、水文気象学的に等質な地域内に限定して行う場合のみ有効である。



376. The upper curve is about five times the lower curve. This is no evidence that flood conditions are changing.

377. The occurrence of greater floods in the record is according to the laws of probability.

378. One of the more controversial aspects of flood-frequency estimation concerns the question whether there is a maximum possible flood on a given stream or whether any flood is possible but the larger the flood the smaller the probability of its occurrence.

379. An eminent hydrologist, the late R.E. Horton, once stated that "flood magnitudes always continue to increase as the recurrence interval increases, but they increase toward a definite limit and not toward infinity."

380. The hydrometeorologic approach, brought to a fine art under the late Merrill Bernard, seeks to answer such questions as: Could this storm, which occurred here as recorded, have been greater in intensity, duration, and extent?

381. Very often after a major flood the observation is made that if the storm had centered just so many miles to the west or south, the resulting flood would have been substantially greater than it was.

382. Indeed the transposition of a storm to a nearby but more critical position is an advantageous procedure in showing how much bigger the biggest flood in the record might have been under a worse, yet possible, combination of events.

383. When a storm is transposed, adjustment must be made for the differences in hydrometeorologic conditions between the original and the new location.

384. For example a northward or inland shift may necessitate a decrease in precipitation to allow for the decrease in moisture charge of the atmosphere.

385. Otherwise, storm transposition is valid only within a region that is meteorologically homogeneous.

386. 分水界をまたぐような嵐は、もし単一の流域に直接中心を移すと、より甚大な被害をもたらす。
387. 理論上の移動によって洪水を増加させることができるのみならず、等降水量線の形状や方向を変更してみることも大きな効果を挙げるものである。
388. 流域と直角に交差する長い楕円形のパターンを持つ嵐は、もし流域の形状に一致したパターンになれば、さらに甚大な洪水を引き起こす。
389. さらに、大きな嵐の場合において長く尾を引く降水パターンは、その形状も方向も変更することはできない。
390. オハイオ川のようないくつかの流域は、その形状が大きな嵐の等降水量線にほぼ一致するため、オハイオ川における洪水発生率は増加する。
391. 水文気象学的研究によれば、降水量は、一部には、その時点で降水される水分が大気中にどれだけあるかによって決まることを明らかにしている。
392. こうした分析は、水分の調整を行った小型の嵐が、記録上の最大の嵐の調整値を超えてしまうといったおもしろい結果を導くことができるのである。
393. 雪は、さらに問題を複雑化する要素である。
394. 嵐の動きと下流へ進む洪水の動きが同調すると、嵐が上流方向へ移動する場合よりも大きな洪水が引き起こされる。
395. 前者の場合、嵐は絶えず洪水を助長し、後者においては嵐の初期に生じた流出量が、流域を嵐が上流へ到達する以前の状態にとどめることになる。
396. 問題は、最大の気象学的要素を計算するだけでは終わらない。

386. A storm that straddles a divide might produce a greater flood if it centered directly over a single basin.

387. Not only can a flood be increased by theoretical transposition of a storm, but change in shape or orientation of the isohyetal pattern may also have a critical effect.

388. A storm with a long elliptical pattern that crosses a basin at right angles would produce a much larger flood if its isohyetal pattern coincided more nearly with the shape of the basin.

389. Furthermore, the characteristic elongated patterns of rainfall occurring along major storm tracks cannot be altered in shape or orientation.

390. Some basins like the Ohio have shapes that conform roughly to the isohyetal patterns of major storms, a factor that increases flooding in the Ohio River.

391. Meteorologic studies show that the amount of rainfall depends, in part, on the amount of precipitable water in the atmosphere at the time.

392. Such analyses sometimes lead to the interesting result that a lesser storm adjusted for moisture charge exceeds the adjusted value of the maximum storm on record.

393. Snow adds a further complexity.

394. The synchronization of storm movement with downstream progress of the flood wave will result in greater floods than where the storm moves upstream.

395. In the former event the storm tends continuously to "feed" the flood, whereas in the latter the runoff from the early part of the storm has left the basin even before the storm reaches the upper part.

396. The problem is not ended with a calculation of the maximum meteorologic factors.

397. 始めの雨の多い時期に、土壌が水分を多量に含んでしまうことが、最大の洪水をうむ重要な要素となるのである。
398. したがって、最大の嵐から理論上の洪水流出を導くには、記録上その季節の最低の浸透率を使用しなければならない。
399. ここで「最大の」という定義は、起こりうるがこれまで超えられたことのない規模の洪水を意味することはできない。
400. もちろんこの新たな記録はさらに確実な計算の基礎になったが、同時に、水文気象学的分析の結果は利用できる記録によって制限されるものであることを示唆するものとなった。そして、こうした理由から現在“ありうべき最大の嵐”といった定義が用いられているのである。
401. グレート・ソルト・レイクは、かつて現在の五大湖の一つぐらいの大きさを持つ淡水湖であったボネビル湖のなごりである。
402. 波によって削られた台地には砂洲や出洲、三角洲があり、全体としてその自然は長く手付かずの状態に保全されていたが、1930年の洪水が、手付かずだった三角洲や台地の砂浜や砂利部分にまで進出し、旧湖の湖床に堆積物を放出した。
403. 洪水の発生頻度予測は、測水所での記録によって以下の手順を経て行なわれる。
404. はじめに、水位か流量のどちらかについて、各年の最大値を、最も高いものを1として規模順に番号をつける。
405. 各洪水の再現期間を  $N + 1 / m$  という単純な公式で算出する。ここで  $N$  は記録のある年数であり、 $m$  は順番の番号である。
406. データは通常、最大値の統計学理論に基づく時間目盛りのあるグラフ用紙に記入していくが、分析は全く経験に基づくものなので、時間目盛りはさほど重要ではなく、上限を圧縮し、下限を拡大した目盛りならば十分である。

397. A preliminary rainy spell that leaves the soil in a sodden condition is an essential factor in generating the maximum flood.

398. Therefore, in translating the maximum storm into theoretical flood runoff, it is necessary to use the lowest rates of infiltration that appear in the record for the given season.

399. The designation "maximum" cannot mean that such floods can be approached but never exceeded.

400. Of course, the new experience laid a firmer basis for calculations, but it suggests as well that the results of the hydrometeorological analyses are limited by the available record, and for that reason the term "probable maximum storm" is now used.

401. Great Salt Lake is the remnant of ancient Lake Bonneville, a body of fresh water that compared in size to one of the present Great Lakes.

402. The wave-cut terrace with its bars, spits, and deltas has remained generally undisturbed and is well preserved, although floods of the 1930's cut deeply into some previously undisturbed sands and gravels of the deltas and terraces and deposited debris and sediment on the bottom of the old lake.

403. An estimate of the frequency of floods may be from a gaging-station record by the following procedure.

404. The first step is to number the annual peaks (either stage or discharge) in order of magnitude beginning with the highest as number 1.

405. The recurrence interval of each flood is computed by the simple formula  $N+1/m$ , where  $N$  is the number of years in the record and  $m$  is the order number.

406. The data are usually plotted on graph paper with a time-scale based on statistical theories of largest values, but since the analysis is entirely empirical, the kind of time-scale is of no great importance. Nearly any scale that compresses the upper end and expands the lower end will be satisfactory.

407. グラフ上にプロットした点に沿って線をひくことによって、それが観察したデータの範囲内であれば、ある特定規模の洪水の再現期間を予測することができる。
408. 未知の変数を外挿した洪水生起頻度曲線を作ることは控えたい。
409. 25年から200年の直線距離はグラフ用紙上ではきわめて短い、そこに落とし穴が待っているのである。
410. しかし、観察した洪水がさまざまな間隔で再発する可能性は算出することができる。
411. 25年間の記録における最高位の洪水が、12年間、もしくは52年間の記録においても最高位となる可能性は50%であるという計算ができるのである。
412. 測水所のない川の場合、洪水流量の計算は面倒で不正確になるため、その地域一帯の洪水記録の拡張解釈に基づくことを余儀なくされる。
413. グラフ上の点は、年間の平均的な洪水(年平均洪水)を意味しており、グラフの有効性を示すために付けられたものである。
414. グラフの傾斜は、各生起頻度の洪水流量が、集水区域の0.8乗で変化していく事を示している。
415. 流量は集水区域と同じ割合では増加していかないという確固たる法則性が見て取れる。
416. 既存の記録から洪水生起頻度を研究することにより、25年あるいは50年確率洪水の生起頻度をかなり信頼できる範囲で判断することができる。

407. A line fitted to the plotted points by inspection will enable one to estimate the recurrence interval of a flood of specified magnitude, provided it is well within the range of the observed data.

408. The temptation to extrapolate a flood-frequency graph cannot be encouraged.

409. The linear distance from 25 to 200 years may seem very short on graph paper, but it is a gap loaded with danger.

410. But we can compute the chance that an observed flood is likely to recur in various recurrence intervals.

411. We compute that there is a 50 per cent chance that the highest flood in a 25-year record might be the highest in a 12-year period or 52-year period.

412. On streams where there are no gaging stations, estimates of flood discharge become more troublesome and uncertain. The estimates of ungaged streams must be based on extensions of whatever records of floods are available in the general region.

413. Points are shown for the mean annual flood only as a test of the validity of the graph.

414. The slope of the graph shows that flood discharge of a given frequency varies as the 0.8 power of the drainage area.

415. It is a rule of fairly general validity that the discharge does not increase as fast as the drainage area.

416. The study of flood frequencies enables us to judge fairly dependably from available records the frequency of floods of say twenty-five-year or even fifty-year magnitude.

- 4 1 7. アメリカにおける洪水の水位や流量の観測は、政府の河川測量計画の一環として行われている。これは合衆国地質学調査会の特別任務で、主要河川及びその支流における合計6000以上の測水所に関して、州や地方自治体と連携して持続しているものである。
- 4 1 8. 洪水はいつ起こるかわからないものであるため、ふだんの継続的な観察を維持し、もし洪水が発生したら即座に任務につける体制にしておくことが重要になる。
- 4 1 9. 流量観測所におけるもう一つの作業は、流速計を使用して、「水位・流量関係」と呼ばれる水位と流量の関係を明確化することである。
- 4 2 0. 測定水位記録は、毎日、一回ないしは2回といった定期的な測定によって、または連続的なグラフを記録する自動水位記録計を用いて得られる。
- 4 2 1. 観察者によって定期的に読み取られる測定器は、その構造により異なる。量水標と呼ばれるものは、目盛りのついたものさしで、橋桁とか川の堤防に取り付けられ、水の高さを直接その目盛りで読めるようにしたものである。
- 4 2 2. その他の記録式でない測定具としては、ワイヤーや鎖で吊るした錘を川の表面に付くまで橋から吊りおろすと、目盛りによって高さが読み取れるようにしたものである。
- 4 2 3. 記録式の測定器は、通常、観測井戸の上に設けられた箱に収納されている。
- 4 2 4. 観測井戸は川岸に設けられており、パイプによって川と接続して、川の水面と井戸の水面が同じ高さになるようにしたものである。
- 4 2 5. 記録器は次の2部品からなる。(1) 記録紙を一定の速さ(通常毎日2.4インチ)で送るゼンマイ。(2) 浮子と浮子ケーブル。この浮子の上下動に合わせてグラフ用紙上でペンや鉛筆が動く。
- 4 2 6. 水位の記録を流量の記録に変換するには、水位・流量関係の方法を用いる。



417. Observation of the stages and discharge during floods on the United States is a part of a continuing governmental river-measurement program. This function is a special task of the U.S. Geological Survey, which maintains in cooperation with states and municipalities over 6,000 river -measurement stations on the principal streams and their tributaries.

418. Owing to the erratic occurrence of floods, the maintenance of continuous and routine observations is essential if one is to be on the job and ready when a flood occurs.

419 The other operation at a river-measurement station using the current meter to determine the relation of stage to discharge, called the "stage-discharge relation"

420. A gage-height record may be obtained either by periodic (such as twice-daily, or daily) readings of a gage or by an automatic water-stage recorder furnishing a continuous graphic record.

421. Gages read periodically by an observer differ in their construction; some, known as staff gages, consist of a graduated scale attached to a bridge pier or along the bank in such a position that the height of the water can be read directly on the scale

422. Other types of nonrecording gages consist of weights suspended by wire or chain and lowered from a bridge until the bottom of the weight touches the river surface.

423. Recording gages are generally enclosed within a shelter built over a stilling well.

424. The stilling well is built along the river bank and is connected with the river itself by a pipe so that the water surface in the well is the same as that outside.

425. The recording instrument consists of two elements: (1) the clockwork which moves the recording paper at a constant rate (commonly 2.4 inches per day) and (2) the float and float cable designed to move a pen (or pencil) across the chart, the motion being proportional to the raising or lowering of the float.

426. The translation of the record of stage into one of discharge is done by means of the stage-discharge relation.

427. 流れのある地点における任意の流量は、任意の水位と密接な関係を持っているが、こうした地点は、一定の水位・流量関係が存在すると言われる。
428. この関係は、流速計を使用し、川の多くの異なる水位において流量を測ることによって決定される。
429. こうしたグラフの形式では、この関係は「性能曲線(水位・流量曲線)」と呼ばれる。
430. とりわけ洪水の期間における流水の作用、ならびに河床や兩岸の氷は、河の水路の水理的な特性を変化させ、この関係においてこれに応じた変化をもたらす。そして各測水所において、H～Q曲線の変動を検出するために、頻繁に測定が行なわれることになる。
431. 多くの河川では、H～Q曲線の水位の低い部分(低水位制御)は、河床における局所的な変化によって影響を受けるが、水位の高い部分では固定している。
432. 水位の高いところでは、川は全水路と氾濫原をかなりの区間にわたって満たし、その全体的な組成と規模は、最も尋常ならざる洪水でもなければ影響されない。
433. 流量の測定によって、変動の発生したことがわかった場合には、新しいH～Q曲線が決定される。
434. 流量の測定は流速計にて行われるが、これが適用された最も早い例は1790年まで遡る。
435. 流速計の回転は、カップの両側の側壁に働く水圧の差によって起こり、カップは、水の速度に比例した率で回転する。
436. 堅牢で分解掃除も容易であり、洪水等の過酷な使用条件においてもその精度を維持でき、濁流においても堆泥の影響を受けずに使用できる。
437. 流量は、流れの断面積と平均速度の積に等しい。

427. At some point along a stream a given rate of flow is closely associated with a given stage, and at such a point a fixed stage-discharge relation may be said to exist.

428. This relation is determined by using the current meter to measure the rate of flow at a number of different river stages.

429. In this graphical form the relation is termed the "rating curve".

430. The action of flowing water, particularly during floods, and the action of ice on the river bed and sides change the hydraulic properties of the river channel and produce corresponding changes in this relation, and frequent measurements are made at each gaging station to detect shifts in the rating.

431. In most rivers the low-water portion of the rating (low-water control) is affected by local changes in the bed, but the high water portions generally remain fixed.

432. At high water the river fills the whole channel and flood plain over a considerable reach, whose general configuration and dimensions are not seriously affected by any except the most extraordinary floods.

433. When the discharge measurements disclose that a shift has occurred, a new rating curve is determined.

434. Measurements of discharge are made by the current meter, of which the earliest applications go back to 1790.

435. The rotation of the meter is due to the difference in pressure of the moving water on opposite sides of the cups, and the cups rotate at a rate proportional to the velocity of the water.

436. It is rugged, easily dismantled for cleaning, will maintain its calibration under rough treatment accorded it by floods, and can be used in turbid water without damage from silt.

437. The discharge of a stream is equal to the product of its cross-sectional area and its mean velocity.

438. これは、流れに沿って一定間隔で深さを測定することによって行われる。
439. 洪水時には、流速計をケーブルで吊り下げ、測定は橋や空中索道にしつらえた台車の上から行う。
440. 洪水時の測定条件は技術者の熟練を要する。
441. ほとんどの小さな流れは、水位がきわめて急速に上下するため、技術者がやつのことで測水所にたどり着くころには洪水は終わってしまうのである。
442. さらに、大規模な洪水の場合には道路も洗い流されているから、技術者が測水所にたどりつけないこともあり、たとえ都合よく到着したとしても、洪水がピークにある時は、のみこまれた流れが漂流物を運搬しているために、流速計などを差し込むことができない。
443. 下流の流量は摩擦によってはばまれるが、一様な水路の定常流においては、重力と、流れを減速させる摩擦との均合いが保たれている。さもなければ、流れは自由落下の法則に従って加速するばかりであろう。
444. 実験や実施によって、マンニングの速度式が最も实际的で、端的な法則としてあてはまることがわかる。
445. もし、洪水が通過した直後に技術者が適当な区間の流路を調査して、その幅や断面積、平均深度、水面勾配を測定できれば、平均速度を求めることができる。
446. 水路の条件にあわせて摩擦もしくは粗度係数が選択される。
447. こうした係数の値は決定的なものではなく、長い経験の結果として確立されている。

438. This is done by sounding the depth at measured intervals across the stream.

439. At flood stages the meter is suspended from a cable, and the measurement is made from a bridge or a car on a specially erected cableway.

440. A flood provides conditions of measurement that tax the ingenuity of the engineer.

441. Most of the smaller streams rise and fall so rapidly that the flood may be over before the engineer can get to the gaging station.

442. A road washout during extreme floods may prevent the engineer from reaching the station at all; and even if he should arrive at the opportune moment, when the flood is at its peak, the swollen stream may be carrying so much floating debris that a current meter would be torn away.

443. The downstream flow of a stream is checked by friction. During steady flow in a uniform channel there is a balance between the force of gravity and the retarding force of friction; otherwise the flow would tend to accelerate in accordance with the law of freely falling bodies.

444. By experiment and practice, the Manning velocity formula has been found to be the most practical and simplest relationship.

445. If, soon after a flood has passed, the engineer can survey a suitable reach to determine the width, transverse area, mean depth, and the slope of the water surface, he can estimate its mean velocity.

446. The friction or roughness coefficients corresponding to the condition of the channel are selected.

447. Values of these coefficients are not critical and are now quite well established as a result of long experience.

448. 平均速度の値が算出されると、流量は単に流れの断面積にその値をかけた値として求まる。
449. この「緊縮開口部」法では、流路がきわめて短いため、摩擦は無視でき、万有引力の法則が適用しうる。
450. われわれは、ガリレオやニュートンの実験から、摩擦のない状態において物体が落下高の平方根に比例した速度で落下することを知っている。
451. この方法を使用して成功するか否かは、洪水が大幅に圧縮され、圧縮された個所において下流への水位が甚だしく下降する部分を見つけられるか否かにかかっている。
452. 重要な測定項目は、クレストの長さとその地点の「静水頭」、つまりダムのカレスト上流側の水位と、クレスト高の差である。
453. この方法によって得られた結果の信頼性は、ダムの均一性、河床からのダム高、最高水位時の透明度と淡水性いかににかかっている。
454. ダムが必要な条件を満たした場合、最も信頼できる洪水流量の間接的決定が行えるはずであるが、現実には適切なダムは少なく、この方法もめったに用いられる事はない。
455. 間接的方法の信頼性の鍵となるのは、洪水後の河道調査がいかに迅速に行われるかであり、また最高水位の痕跡がまだはっきりしているうちに行われるかである。
456. それぞれの洪水後の短期間、最高水位は、草や灌木の上の洗われた跡ですぐにわかるし、地面のわら屑や細かな漂流物、木や建物のしみによってもわかる。
457. こうした洪水の痕跡は、消えてしまう前に調査団によって固定され、最終調査が行われるまで、半永久的な目印として参考の基準となる。

448. With the value of the mean velocity computed, the discharge follows simply as the product of that value times the transverse area of the stream.

449. In the "contracted opening" method the reach is so short that friction is negligible and the law of freely falling bodies is used.

450. We know from Galileo and Newton that in the absence of friction a body falls at a speed that is proportional to the square root of the height of fall.

451. Success in using the method depends on finding a section where the flood is substantially contracted, resulting in a considerable fall in water level from the upstream to downstream sides of the contracted section.

452. The essential measurements are its length and the "static head" on the crest, i.e. the difference in level of the water in the pool above the crest of the dam and the crest level.

453. The reliability of results obtained by this method depends on the uniformity of the dam, its height above the stream bed, and the freshness and clarity of the high-water marks.

454. Where a dam meets the necessary conditions, it provides probably the most dependable indirect determination of flood discharge, but there are relatively few suitable dams, and the method is now rarely used.

455. The key to dependable use of indirect method is promptness in surveying the channels after the flood, while high-water marks are still fresh.

456. For short period after each flood, high-water marks are plainly distinguishable by wash lines on grass and brush, by straw and other fine flotsam lines on the ground, and by stains on trees and buildings.

457. Before they are obliterated these floodmarks are fixed by surveys or referenced by semipermanent markers until final surveys can be made.

458. 間接的方法を利用する上での注意としてはさらに、洪水の痕跡が、明瞭であるのみならず、水理学的条件が、適用される公式の理論的考察に最も近くなる場所を選ぶことが挙げられる。
459. かつて、こうした方法が、その原理や現場での応用になじみのない人々に使われたことがあったが、何度も反復して確かめてみた上で、その信頼性には文句なしの評価が与えられたのだった。
460. 水理学者たちにとっては、新たな流量記録をその集水区域との関連で検討することが習慣になっている。
461. 最大規模の洪水流量の多くが東部中央テキサスで起こっているのは驚くべき事で、西インド諸島で発生して西方向に進路をとり、テキサスを経て内陸を襲う熱帯性の嵐は、たいていきわめて活発な中心をもっている。
462. グラフは、最下流部で急激に上昇し、最上流部で平らになっており、1937年2月、アーカンソー州アーカンサス市におけるミシシッピ河で記録された、毎秒2,160,000立方フィートというアメリカ史上最大の流量に近づいていく。
463. 1平方マイルの川となると、何千という数になってくる。
464. したがって、この包絡線グラフは下端では1000年確率洪水を、最上端では50~100年確率洪水をそれぞれ表していることになる。
465. この包絡線グラフが湾曲していることにはもう一つ理由がある。
466. 小さな領域において、洪水は流域全体を覆うものとなり、集中的な嵐が流域全体を覆って、細流がすべてその堆積物や余剰水を運搬することになるが、ミシシッピ川のような大規模河川を覆う嵐の場合そうもいかないから、最大洪水量は、一度に1,2の大きな支流によってのみ作り出された量に限定されるのである。
467. 図20のスケッチは、1890年現在の洪水の限界を示したものである。



458. A further consideration in use of the indirect methods is proper selection of sites not only where flood-marks are clear, but where hydraulic conditions most closely approximate the theoretical considerations involved in the formulas used.

459. These methods, once severely challenged by those unfamiliar with their principles and field application, have earned increased confidence in their reliability through repeated verifications.

460. It has been customary for hydrologists to examine new discharge records in terms of their drainage areas.

461. It is a striking fact that many of the greatest flood discharges occurred in East-Central Texas. Tropical storms originating in the West Indies and bearing westward sufficiently to strike in land through Texas include some of the most energetic storm centers.

462. The graph appears to rise sharply at the lower end to flatten at its upper end, approaching the greatest discharge ever observed in the United States, 2,160,000 cubic feet per second on the Mississippi River at Arkansas City, Ark., in February 1937.

463. The streams of 1 square mile must be counted in the many thousands.

464. Accordingly, the enveloping graph may be viewed as representing something like the 1,000-year flood on the low end, and something between a 50-year and 100-year flood for the larger streams.

465. There is another reason for the bending of the enveloping graph.

466. For the small areas the floods are full-basin floods --- the intense storms center over the whole basin and every rivulet carries and delivers its burden of the water. But a storm covering the whole of the basin of a major river, like the Mississippi, is extremely unlikely, and therefore the maximum flood is limited to that produced by only one or two major tributaries or branches at a time.

467. Sketched on Fig.20 is the graph of the limit of flood experience known as of 1890.

468. それから60年後、当時知られていた洪水量の上限は、小さな流域においておよそ10倍、大規模河川では3倍にはねあがった
469. この理由から、地質学調査会の水理学者たちは、局地的な洪水をひとつひとつ探査して最高水位の目印をつけるのを常としている。
470. こうした間接的な洪水量決定方法の利用が多くなることにより、結果的に、小さな河川における洪水発生可能性についてのわれわれの知識は飛躍的に向上したのである。
471. 包絡線グラフにはさらに多くの点が書き込まれるであろうが、紙を突き破ってしまうほどにはならないだろう。
472. たとえば、洪水到達時間が6時間と短い150平方マイルの流域を考えてみよう。
473. テキサス州エドワーズ台地のバルコーンズ・フロントにおいて数字が高くなっているのは、この区域が洪水発生率の最も高い地域であることを示している。
474. 一般化することは危険だが、洪水流量の発生可能性における地域格差は大まかに説明することができるのである。
475. その流れの洪水発生可能性を決めるのは、地域的、局地的なさまざまな要因である。
476. 図24は、広範囲における特徴しか示しておらず、ある川の流れは急で、ある川は比較的よどんでいるといった個々の特徴を決めようとするものではない。
477. また、火災による損害からみても大きな額ではないし、農作物の害虫による被害に比べればほんの一部でしかない。
478. 平均値というものは誤解を招きやすい。
479. その上比較的小数の自治体はその洪水のもたらす害のすべてをこうむることになり、人々の生活と財産に直接影響することになる。

468. In the sixty years since then, the upper limit of our knowledge on floods has been pushed up about tenfold for very small drainage basins, and about threefold for large streams.

469. For this reason the hydrologists of the Geological Survey make it a practice to explore each local flood for high-water marks.

470. Increasing use has been made of these indirect methods of flood-discharge determination, and as a result our knowledge of the flood potentialities of small streams has expanded greatly

471. More points will be recorded to cluster in the enveloping graph, but few will pierce it

472. For example consider a drainage basin of 150 square miles, which may have a lag as short as 6 hours.

473. The large number along the Balcones Front of the Edwards Plateau in Texas marks that area as one of high flood potentiality.

474. Although generalizations are risky, it seems possible to outline in a rough way the regional variations in flood-discharge potentialities.

475. Many factors, regional and local, establish the flood potentialities of a stream.

476. Fig.24 expresses only the broad regional characteristics, and does not attempt to define the local features that make one stream flashy and another relatively sluggish.

477. They are not larger than losses from fire and but a fraction of the losses caused by insects and rodents on the farm.

478. Averages can be misleading.

479. Moreover, the full load of a flood is borne by comparatively few communities. It directly affects people's lives and welfare.

... and ... ..  
... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..