

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.75

March 2003

米国洪水保険における水害リスク評価

危機管理技術研究センター水害研究室

金木 誠

三輪 準二

館 健一郎

水草 浩一

Flood Risk Assessment Method in National Flood Insurance of U.S.A

Makoto Kaneki

Junji Miwa

Kenichiro Tachi

Koichi Mizukusa

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for land and Infrastructure Management

Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

米国洪水保険における水害リスク評価

金木 誠
三輪 準二
館 健一郎
水草 浩一

Flood Risk Assessment Method in National flood Insurance of U.S.A

Makoto Kaneki
Junji Miwa
Kenichiro Tachi
Koichi Mizukusa

概要

米国洪水保険の保険料率算定における水害リスク評価方法は、我が国においても参考になるものである。本資料は、米国洪水保険の保険料率算定における水文・水理解析手法や水害リスク評価手法等の技術的手法及び近年における米国洪水保険の現状等について調査を行いとりまとめたものである。

キーワード：米国洪水保険、水害リスク評価、保険料率

Synopsis

The flood risk assessment method of National Flood Insurance Actuarial Rate in U.S.A can be referred to flood risk assessment in Japan. In this Technical Report, hydrological and hydraulic analysis method, the calculation method of National Flood Insurance Actuarial Rate, and the current state of National flood Insurance in U.S.A is covered.

Key Words: National Flood Insurance of U.S.A, Flood Risk Assessment, Flood Insurance Actuarial Rate

危機管理技術研究センター
水害研究室

Flood Disaster prevention Division,
Research Center for Disaster Risk
Management

まえがき

米国では、洪水による被害を軽減する手法として、河川改修、ダム等の建設によるハード対策の他に、被害を受けた人たちに対する災害救済措置として洪水保険制度があり、氾濫原管理の重要な一手法として位置づけられている。

この制度は、1968年に、洪水による被害者の救済と土地利用の規制を目的として「全米洪水保険法（National Flood Insurance Act）が制定され誕生した。保険制度設立当初は、保険料率の確定に長期間を要しその確定が大幅に遅れた等の理由により、保険加入者が低水準であったが、1970年に「緊急プログラム」として、「正規プログラム」への移行を前提として、全国的に平準化された保険料率（詳細な水理水文解析等を行って定めた保険料率ではない）によって、一定額までの範囲で保険を提供する暫定措置を設けた。その後、詳細な水文・水理解析を用いた洪水保険調査が行われ、ほとんどの保険加入コミュニティにおいて「洪水料率マップ（Flood Insurance Rate Map）」の形で発行されている。

これら、米国の洪水保険制度における保険料率の算定手法は、我が国において水害リスクを算定する際にも参考になるものであり、本調査では近年における米国保険制度の現状及び保険料率算定における技術的な手法等について調査を行った。

米国の洪水保険制度については日本国内においても既存文献等にその詳細が記されているが、現在、連邦危機管理庁(FEMA)では、その多くの情報をホームページを通じて公開している。本資料では、これらホームページに記載されている資料やその他の文献、米国のコンサルタント及びFEMAへのヒアリング等を基に、近年における米国の洪水保険制度の現状及び水害リスク評価方法（保険料率設定の方法）について調査を行いとりまとめたものである。

本調査に当たっては、(株)パシフィックコンサルタントの関係諸氏に様々なご協力を頂いたことをここに記して敬意を表したい。

目 次



1. 米国洪水保険制度の概要	
1. 1 米国洪水保険制度導入の背景と変遷	1
1. 2 洪水保険料率マップ(Flood Insurance Rate Map)	3
1. 3 洪水保険料率マップのゾーン区分	3
2. 洪水保険料率マップの作成方法	4
2. 1 確率規模の評価	5
2. 2 基本洪水位(Base Flood Elevation)の設定方法	5
2. 2. 1 流量算定手法	5
2. 2. 2 基本洪水位算定手法	9
3. 水文・水理解析手法の詳細について	13
3. 1 コンピュータプログラムについて	13
3. 2 水位計算の考え方について	22
4. ゾーン区分の変遷	31
5. 洪水保険料率マップの算定事例	36
6. 洪水保険料率の算定方法	37
6. 1 洪水保険料率の概要	37
6. 2 洪水保険料率マップ(FIRM)完成後に建設された構造物に対する 洪水保険料率設定の考え方	38
6. 3 氾濫区域ごとの洪水保険料率設定の考え方	41
7. 米国の洪水保険の現状	46
8. 日本の災害保険等の現状	47
8. 1 洪水に関する保険	47
8. 2 地震に関する保険	51
8. 3 農業共済	53
9. おわりに	55

参 考 資 料

1 米国洪水保険制度の概要

1.1 米国洪水保険制度導入の背景と変遷

全米洪水保険制度 (National Flood Insurance Program: NFIP) は 1968 年に導入されたが、その背景は以下の通りである。

全米洪水保険制度の制定の契機となったのは、1951 年のカンザス州とミズーリ州の洪水被害であった。当時、米国において洪水に対する対応は、一般的にダム・堤防等の構造物による対応が主体であったが、このようなアプローチによってのみで洪水被害の軽減や不適切な開発の抑制に対して必ずしも効果が上がったわけではなかった。

このような状況の中、洪水被害が増加し、災害救助に対する納税者の負担が増大したため、幾度かの検討の後、1968 年アメリカ合衆国議会は「全米洪水保険法 (National Flood Insurance Act)」を成立させ、「全米洪水保険制度 (National Flood Insurance Program: 略称 NFIP)」を設置した。その意図は、洪水防御を最も必要とする人が防御の費用を掛け金というかたちで支払うという保険のメカニズムを通じて、将来の被害を軽減し、財産の所有者に潜在的被害に対する防御を提供しようとするものである。

「全米洪水保険制度」(NFIP) の目的は以下のとおりである。

●洪水被害者の救済

: 連邦政府の補助により洪水発生地域の住民が妥当な保険料率で洪水保険を入手できるようにすること。

●土地利用規制の実施

: 連邦政府補助の洪水保険に加入するための条件の 1 つとして、氾濫原の適切な土地利用を誘導するための氾濫原管理規制等の実施を地方自治体に求めること。

現行の全米洪水保険制度の大きな特徴として以下の点が挙げられる。

●洪水多発地域を対象として、地方自治体のプログラムへの参加を前提条件として、個人が加入する保険制度である。

●特別洪水危険区域 (Special Flood Hazard Area) 内において、建物の建設又は取得を行う者が、連邦政府貸付あるいは連邦政府の後援による貸付を受けるための条件の 1 つとして洪水保険の購入が義務付けられている。

●「正規プログラム」では保険料率は洪水危険度に応じて設定される。

しかし、制度導入の当初は、洪水保険制度への加入は低水準に留まった。その理由として以下のことが指摘されている。

①地方自治体の制度への加入や、個人が洪水保険を購入するための強力なインセンティブに欠けていた。

②保険数理料率の確定 (洪水危険調査による危険ゾーンの確定) に長時間を要し、地方自治体の制度加入の前提となる有資格認可が進まなかった。

①に対しては、1973 年「洪水災害防衛法 (Flood Disaster Protection Act of 1973)」による制度の修正がなされた。修正の主要点は以下の 3 点であった。

1. 住宅都市開発省 (Department of Housing and Urban Development : 略称 HUD) が、

全国のあらゆる既知の洪水多発地域を確認すること。

⇒後に FEMA（1978 年設立）に引き継がれる。

2. 確認済の洪水多発地域における建物の建設ないし取得のための連邦政府貸付を求める要件の1つとして洪水保険の加入が必要となること。

⇒洪水保険購入のインセンティブ。

3. 指定日までに制度に加入しない地方自治体の確認済洪水危険区域における連邦関連貸付の禁止。

⇒洪水多発地域における地方自治体への制度加入のインセンティブ。

1973 年以降 NFIP での運用面での改正・修正が幾度かなされたが、冒頭に示した保険制度の大きな枠組みは現在も変わっていない（図 1-1）。

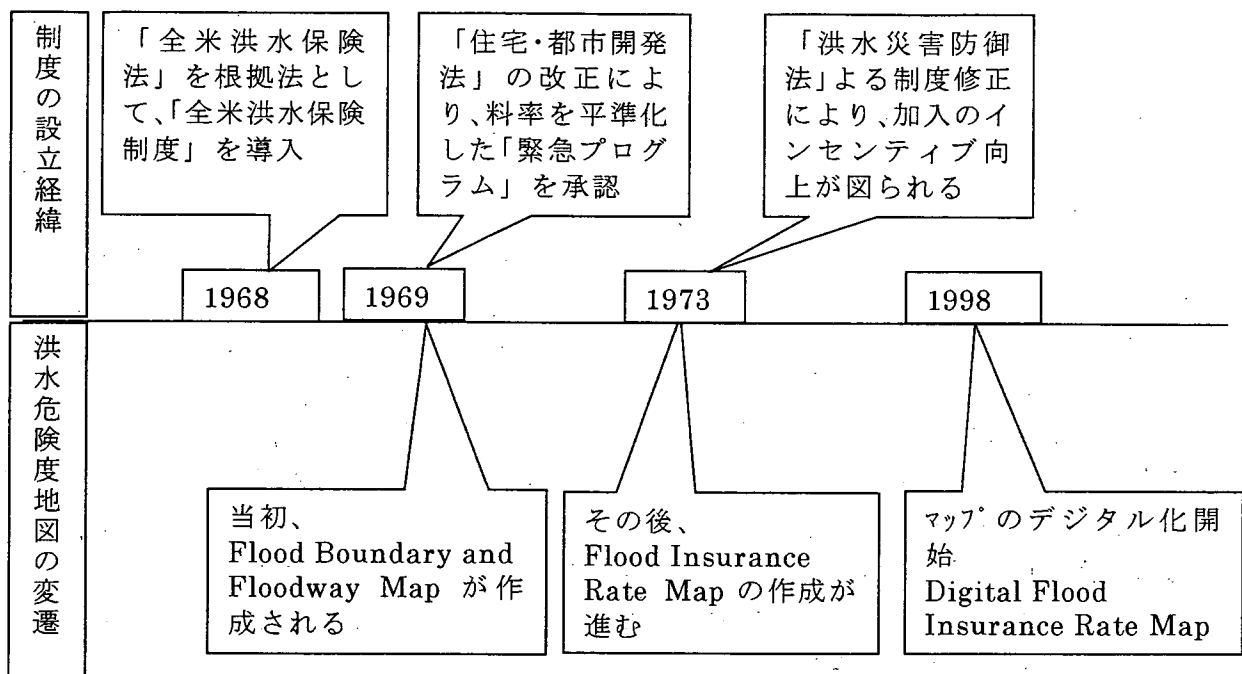


図 1-1 全米洪水保険制度の変遷

また、②に対しては、暫定措置として 1969 年の「住宅・都市開発法」の改正によって、料率を平準化した「緊急プログラム」を承認することによって加入拡大が進められた。これは「正規プログラム」への移行を前提として、全国的に平準化された保険料率（詳細な水理水文解析等を行って定めた保険数料率ではない）によって、一定額までの範囲で保険を提供する暫定措置を設けたものである。その際に特別洪水危険区域(SFHA)の境界を図示するものとして「洪水危険境界マップ(Flood Boundary and Floodway Map)」が作成された。

当初の「洪水危険境界マップ」は、洪水危険区域を有すると見なされたコミュニティのために、さまざまな連邦、州、地方の情報源にもとづいて作成された報告書にある利用可能な氾濫原データを用いて作成された。洪水情報が利用できないコミュニティについては、特別洪水危険区域の範囲を確定するために、近似的な水文・水理学的的手法および既往洪水データが利用さ

れた。

次に、基準洪水位（Base Flood Elevation）を設定し、氾濫河道と危険地帯を指定するために、詳細な水文・水理解析を用いた洪水保険調査が、ほとんどの NFIP コミュニティで実施された。洪水保険調査の結果は、「洪水料率マップ（FIRM）」の形で、また多くの場合、「洪水境界・氾濫河道マップ」および「洪水保険調査報告書」の形でコミュニティ向けに発行された。

FIRM の作成により詳細な危険データが提供されると、対象コミュニティは、危険度に応じた料率設定が前提となる「正規プログラム」に参加することができた。

1.2 洪水保険料率マップ（Flood Insurance Rate Map）

コミュニティが全米洪水保険プログラムに加入すると、コミュニティは洪水保険料率マップ（Flood Insurance Rate Map : FIRM）の作成が義務づけられる。

洪水料率マップの作成は、下記の図 1-2 に示したような流れで行われる。

- ① 水文水理解析を行い、該当地区の 100 年確率もしくは 500 年確率の河道の基本洪水位（Base Flood Elevation : BFE）を算定する
- ② 計算水位と流域の地形条件から 100 年確率洪水での浸水範囲（Special Flood Hazard Area : SFHA）を設定する
- ③ ②で設定した浸水範囲を地形図で重ね合わせ、洪水保険料率を区分するゾーンを表示した洪水保険料率マップ（FIRM : Flood Insurance Rate Map）を作成する

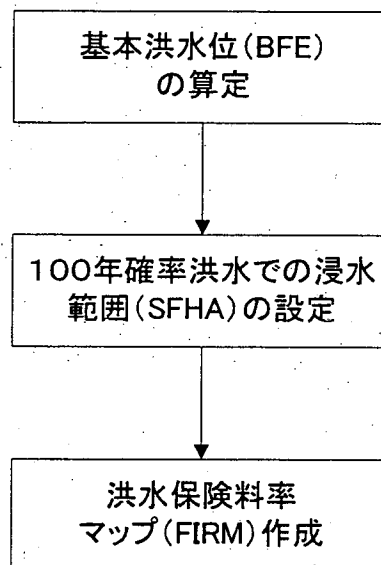


図 1-2 洪水保険料率マップ作成の流れ

1.3 洪水保険料率マップのゾーン区分

洪水保険料率マップのゾーン区分は大きく 100 年確率洪水での想定浸水範囲の境界によって区分される。

100 年確率洪水で浸水しない地域は「ZONE X」と表現され、そのうち、500 年確率洪水での浸水範囲はマップ上において色づけされる。

100年確率洪水で浸水する範囲は大きく分けると、河川洪水に起因する浸水範囲はAゾーン、高潮に起因する範囲はVゾーンに分類され、さらに基本洪水位の調査法や洪水の種類によって更に細かく分類されている。

現行制度における洪水料率マップのゾーン区分を表1-1に示した。

表 1-1 洪水料率マップのゾーニング

Zone	定義
A	A地区は単純法で100年確率の氾濫原と算定された地域に相当する地区である。この地域では詳細な水理解析が行われていないため、基準洪水位(BFE)もしくは水深は設定されない。
AE	AE地区は、詳細法で100年確率の氾濫源と算定された地域に相当する地区である。ほとんどの事例において、詳細な水理解析から得られた基準洪水位が、設定された間隔でこのゾーン内に示される。
AH	AH地区は、継続的に水位上昇する100年確率浅水洪水(通常は湛水域)で、平均水深が1~3フィートの地域である。詳細な水理解析から得られた基準洪水位が、設定された間隔でこのゾーン内に示される。
AO	A0地区は100年確率浅水洪水(通常、傾斜地上の薄層流)で平均水深が1~3フィートの地域である。水深は、地区のゾーン範囲を決定するために横断面に沿って、それから流向に沿って平均される。詳細な水理解析によって算定された平均水深がゾーン内に示される。また扇状地洪水の危険区域はこのA0地区である。
A99	A99地区は、堤防などの連邦洪水防御システムの建設が法定上のある段階に達しており、100年確率の洪水氾濫原がその防御システムによって防御される地域である。基準洪水位もしくは水深はこのゾーン内では表示されない。
AR	AR地区は、100年確率もしくはそれ以上の洪水に対する防御機能を得るために、以前は認可されていた洪水防御システムの認可が取り消され、その結果生じた特別洪水危険区域である。
X	X地区は、100年確率氾濫原外の地域、平均水深が1フィート未満の100年確率薄層流洪水地域、集水区域が1平方マイル未満の100年確率河川洪水、もしくは100年確率洪水から堤防で防御された地域である。この地域では概略的な水理解析が行われるため、ゾーン内で基準洪水位は表示されない。
V	V地区は、高潮(storm wave)による危険がある100年確率沿岸域氾濫原(Coastal floodplain)と算定された地区である。この地域では概略的な水理解析が行われるため、ゾーン内では基準洪水位は表示されない。
VE	VE地区は、高潮による危険がある100年確率沿岸域氾濫原と算定された地域である。詳細な水理解析から得られた基準洪水位が、設定された間隔でこのゾーン内に表示される。
D	D地区は、洪水調査が行われていない地域で、洪水危険区域に決定されていないがその可能性がある地域である。D地区の指定は、地域のPOによる承認がなければ洪水保険調査において用いられない。

2. 洪水保険料率マップの作成方法

FEMAのガイドライン"Managing Floodplain Development in Approximate Zone A Area - A Guide for Obtaining and Developing Base (100-year) Flood Elevation"(1995)や"Guidelines and Specification for Study Contractors, last issued 1993"において基本洪水位の算定方法等について述べられている。ここでは、これらのガイドライン等における内容を

もとに、洪水保険料率マップのゾーニングの技術的手法について説明する。

2.1 確率規模の評価

洪水保険料率マップを作成する際に用いる 100 年確率および 500 年確率洪水の確率評価手法は、基本的に流量確率を用いている。その理由としては、米国の河川はその流域面積が大きく、そのため出水形態が降雨だけではなく、融雪によるものも多くを占めるためと考えられる。また、流量観測が充分に行われていない河川では、降雨データから流出計算を行い、その計算流量より年最大流量を算定し、これを用いて流量による確率評価を行う場合もある。しかしながら、日本のように、降雨により確率評価を行うことは一般的ではない。

2.2 基本洪水位 (Base Flood Elevation) の設定方法

ここでは、洪水料率マップを作成するための基本的要素となる基本洪水位の設定方法について述べる。基本洪水位の算定は、図 2-1 のフローに従い行われる。

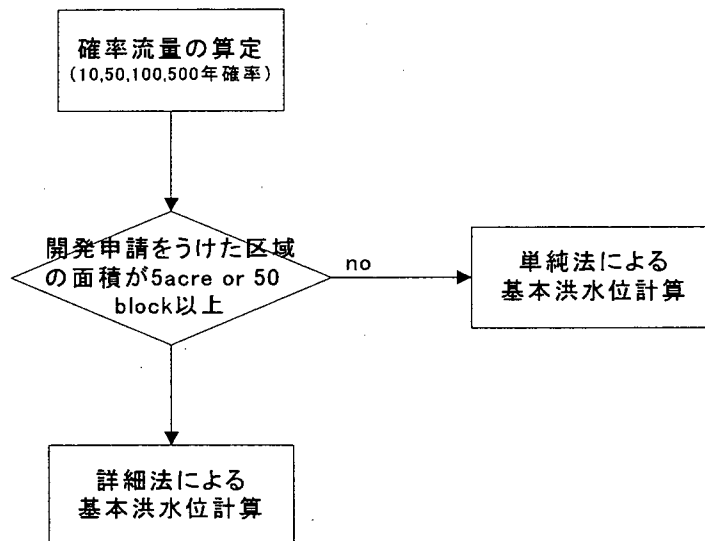


図 2-1 基本洪水位算定フロー

以下に 2.2.1 流量算定手法、2.2.2 基本洪水位算定手法について述べる。

2.2.1 流量算定手法

(1) 概要

流量算定手法としては前述の FEMA のガイドラインなどでいくつかの手法が推奨されている。これらは計算が複雑でなく、かつその答えが期待される精度を持つ等の特徴を有する。これらの計算手法の使用実態は、対象とする河川の流量観測の実状によって異なるが、流量観測が行われている河川では、一般的に流量-流域面積関係法が用いられている。この理由としては、米国の河川は流域面積が広いため土地利用形態の変化がほとんど無視できることや、重要地点を除いて河道改修がさほど行われていないことなどが理由としてあげられる。

また、流量観測が行われていない河川では、天然資源保全局 (NRCS) の TR-55 や工兵隊の

HEC-1 といった計算プログラムを用いて流出計算を行い流量の算定を行っている。都市流域内を流れる河川については、その大多数で流量観測が行われていないため、一般的には流出計算を行って流量を算定している。以下に、FEMA のガイドラインに記されている手法について説明する。

(2)一般的な流量計算手法

以下に FEMA のガイドラインに示されている流量計算方法である i) 流量－流域面積関係法、ii) 回帰式、iii) 天然資源保全局の TR-55、iv) 合理式、v) FEMA により推奨されている計算プログラムについて説明する。

i) 流量－流域面積関係法

この手法は、既往の流量観測所での確率流量と集水面積を両対数グラフで直線近似を行い、任意の地点での流量を推定する手法である。具体的には、以下に示したように、それぞれの流量観測地点での 10 年、50 年、100 年、及び 500 年確率流量と流域面積を整理し、それぞれの確率規模毎にプロットして計算する。流量の確率評価は、観測された流量データより対数ピアソンⅢ型手法を用いて行う。この手法を用いた事例を以下に示す。

表 2-1 流量－流域面積関係法での計算事例

洪水源および場所	流域面積 (mi ²)	ピーク流量 (ft ³ /s)			
		10 年	50 年	100 年	500 年
パイン・クリーク					
サドル・リバーとの合流点	20.39	2,220	4,165	5,310	9,010
カルヴィン・ストリート地点	16.3	1,907	3,617	4,612	7,300
ケイトリン・アベニュー地点	14.9	1,860	3,285	4,090	6,570
ロック・ラン					
ラムジー・ブルックの 合流点の下流	12.6	1,640	2,895	3,605	5,795
ラムジー・ブルックの 合流点の上流	10.1	1,390	2,455	3,055	4,910
グース・クリーク					
ヴァレンタイン・ブルックの 合流点の下流	9.1	1,285	2,270	2,825	4,540
ヴァレンタイン・ブルックの 合流点の上流	6.2	965	1,700	2,120	3,405
クーン・クリーク					
アレンデイル・ブルックの 合流点の下流	14.3	1,805	3,185	3,965	6,370
アレンデイル・ブルックの 合流点の上流	12.9	1,670	2,950	3,670	5,900

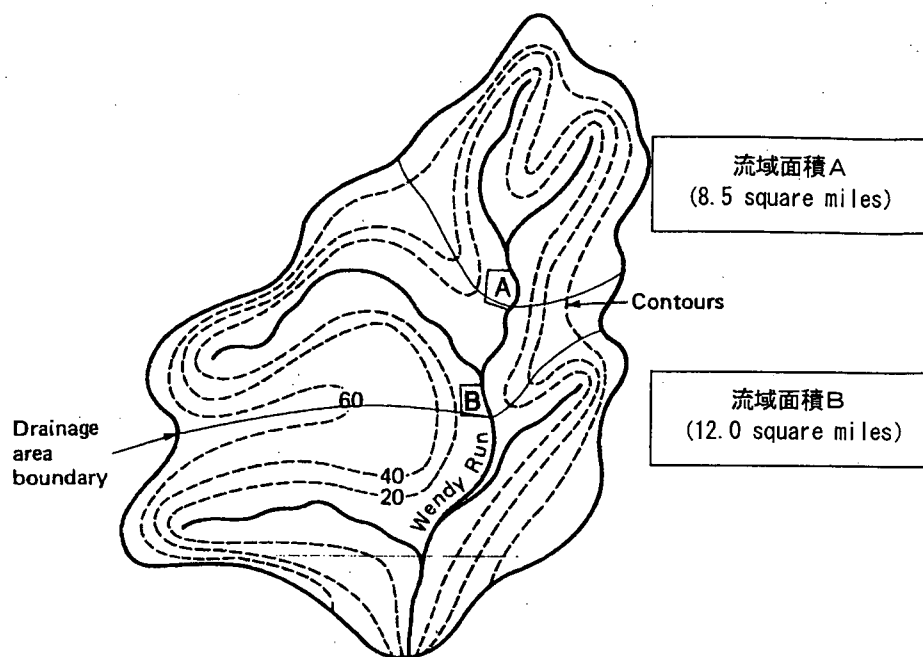


図 2-2 流域分割図

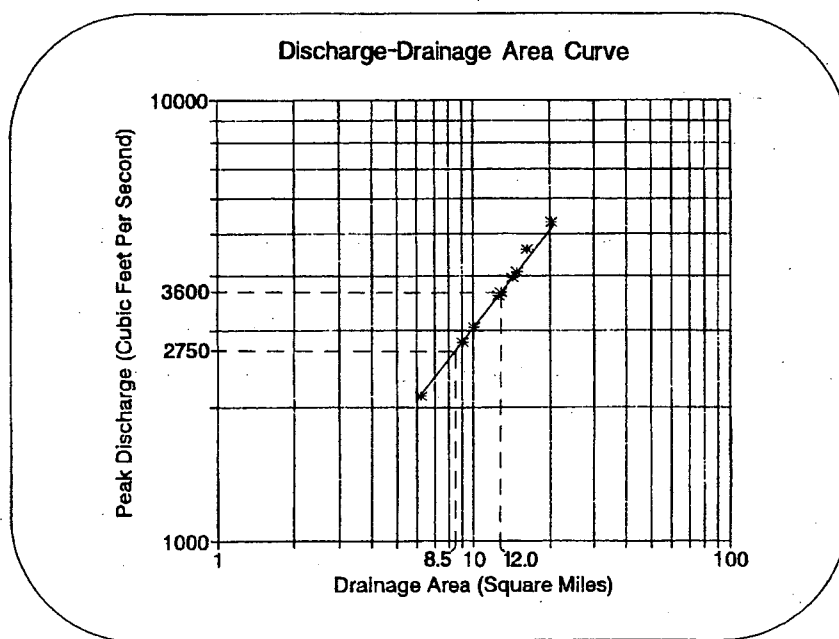


図 2-3 地点 A および地点 B の 100 年確率流量の評価

この手法を用いた事例を表 2-1、図 2-2 及び図 2-3 に示す。この手法では、河川は流域面積が変化するもののその他の流域特性は同じでなければならない。また両対数グラフで直線近似できなければこの手法を用いるべきではない。また、ダム、調節池、運河又はその他の流量調節施設、分流施設によって流量調節が行われている地点で用いるのは適切ではないとしている。

ii) 回帰式

回帰式による確率流量算定手法は、米国地質調査所 (USGS) による水資源調査または公開記録報告書に記載されている回帰式を用いて流量算定を行うものである。米国地質調査所では、州ごとに適用できる回帰式を所有しており、また回帰式を利用できるコンピュータプログラムも公開している。流域の変数には流域面積(mi²)、河川勾配 (ft/mi)、不透水性域(%)などのパラメータが含まれている。この手法については、流域が高度に都市化されていたり (不透水性土地利用率が高い)、ダムや調節池、運河、その他の分流施設によって流量が調整されている場所では、その使用が制限されるとしている。

iii) TR-55

TR-55 とは、天然資源保全局 (NRCS) の TR-55 「小流域における都市の水文学」で示された計算手法である。

この手法は、図解式ピーク流量と表を用いたハイドログラフ法からなり、都市化の影響、降雨分布、土壌のタイプと状態、土地の被覆タイプおよびその他の流域特性を考慮している。貯留量がピーク洪水流量に与える影響の評価法も TR-55 に含まれている。但し、この手法は下記条件で用いるべきではないとしている。

- 流水が雨水暗渠システムと地上の通水域に分流される場所
- 流域面積が 2,000 エーカーを超える場所

iv) 合理式

合理式による流出解析は、回帰式で取り扱われない小規模流域や、NRCS の TR-55 の使用が適切でない地域において、ピーク流量を評価する場合に用いられる。ただし下記のような場所では合理式を用いるべきではないとしている。

- ダム、調節池、運河、およびその他の分流施設の使用によって流量が調整されている場所
- 200 エーカー (0.81km²) より大きい流域では推奨できないが、流域面積が 640 エーカー (2.59km²) までなら慎重を期することで使用が可能である

v) その他の流量計算手法

降雨-流出関係に基づいて洪水流量を決定する方法は他にも多数あり、前述の TR-55 の他に広く使用されている2つのハイドログラフ法は以下の手法である。

- 天然資源保全局 NRCS の TR-20
- 米国陸軍工兵隊の HEC-1

これらの方法は、一般的にどんな大きさの流域にも適用でき、ダム、運河およびその他の分流施設によって流量が調整されていることを考慮して計算を行っている。これらは、湖などの BFE を決定するのに適切であるとしている。

また、TR-20 と HEC-1 は、流出ハイドログラフの生成、追加およびルーティングを通して、非常に詳細な流出計算を行うことができる。

これらのプログラムを用いることで、ダム、道路の横断、および大規模な氾濫原の貯水域によるピーク洪水流量への影響をより正確に評価することができるが、これらのモデルを用

いる場合には、技術者の経験が必要であるとしている。

2.2.2 基本洪水水位算定手法

(1)基本洪水水位算定手法の概要

基本洪水水位の算定は、図 1-3 に示したように、対象地区の条件によって単純法および詳細法の 2 通りの算定手法を用いて行われる。ここでは、それぞれの算定手法の詳細について述べる。

i)水位算定手法の選定条件

詳細法を用いる場合の条件として、図 1-3 に示したとおり NFIP 規則 60.3(b)(3)において、「開発申請をうけた区域の面積が 5 エーカー（約 2ha）もしくは 50 区画以上の場合に詳細法による検討が必要」と記されている。

ii)水位算定手法選定の実態

基本洪水水位算定手法は、基本的には詳細法を用いることとなっている。その理由として、詳細法もしくはそれに準ずる手法によって基本洪水水位が算定された場合には、そのコミュニティが「水位認定証（Elevation Certificate）」を受けられるためと考えられる。「水位認定証」がある場合、すなわち詳細法を用いて基本洪水水位の算定を行った場合には、単純法で基本洪水水位を算定した場合にくらべて保険料率は割安となるため、単純法のみで作成することは合理的でないといえる。

実際の調査実態をみると、都市部の洪水保険調査の大半は詳細法を用いており、単純法は、洪水被害の小さい農村部および比較的小規模な河川で用いられている。

(2)単純法(Simplified Methods)

ここでは、単純法での水位算定手法について記す。

i)洪水料率マップでのゾーン

単純法で設定される 100 年確率氾濫域は表 1-1 の洪水料率マップのゾーニングのうち A 区域として FIRM に表示される。

ii)基本洪水水位の具体的算定手法

単純法での基本洪水水位算定方法は、下記の 2 通りの方法に分けられる。

- 地形図の等高線コンターから氾濫河道形状を作成し、等流計算から 100 年確率洪水での浸水範囲を推定する方法
- 当該地区の下流部で詳細法による検討がなされている場合、詳細法で得られた BFE の水位縦断図を外挿する手法

以下では、これらの方法について簡単に述べる。

a)地形図から河道横断形状を仮定する方法

地形図より河道横断形状を仮定する方法の場合、下記のステップを通じて基準洪水水位が設定される。

- ①調査対象箇所が示された地形図を入手する。
- ②必要に応じて FIRM または地形図を縮小または拡大して、その 2 つを同じ縮尺にする。
- ③FIRM 上に示された A 区域の 100 年確率洪水での氾濫原境界を地形図の上に重ね合わせる。なお、A 区域の氾濫原境界は、地形図より作成した横断面を用いて等流計算を行い設定する。

④この方法の精度が許容範囲内にあるかを判断する。氾濫原境界は一般的に、問題となっている氾濫原沿いの等高線と一致しなければならない。左右岸の氾濫河道の水際によって設定された水位差は、調査に用いる地形図の等高線間隔の2分の1以内でなければならない。湖の洪水に関しては、氾濫原の周辺で決定された最高水位と最低水位との違いは、地形図の等高線間隔の2分の1以内でなければならない。そうでなければこの手法を用いることはできないとしている。

この手法が適用可能ならば、これにより基本洪水位を決定する。単純法での基本洪水位は等流計算によって決定することが一般的である。等流水深を計算した後は、常流/斜流の判定を行い、適切な値を基本洪水位として設定する。

また、等流計算を行うコンピュータプログラムとして、FEMAが開発したQUICK-2、SFD、PSUPRO、米国陸軍工兵隊によるHEC-2、HEC-RAS、米国地質調査によるWSPRO、NRCSによるWSP2などがある。

b)データの外挿による手法

詳細法にて基本洪水位が算定された区間の上流部 500 フィート (150m) 以内の範囲で、氾濫原や河床勾配等の特性が下流区間とほぼ同様と見なせる場合には、下流の基本洪水位を外挿することができる。ただし、下流部に構造物が存在し、背水の影響が考えられる場合には用いることができないとしている。

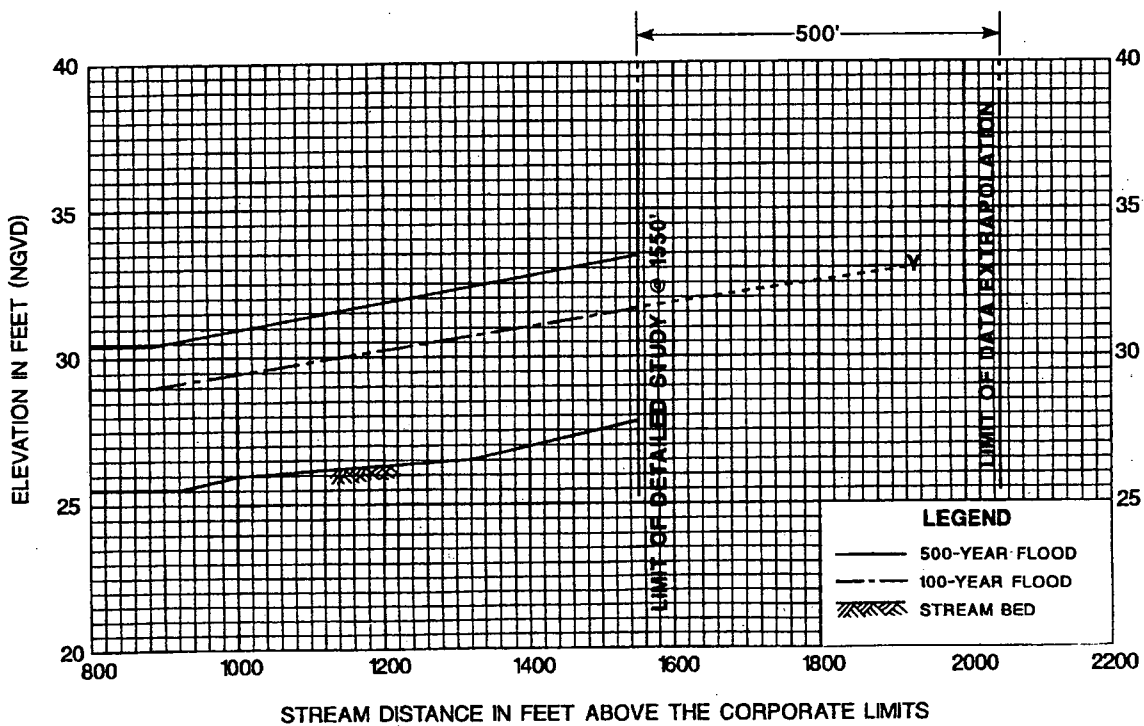


図 2-4 データの外挿法—縦断面図

(3)詳細法(Detailed Methods)

ここでは、詳細法における基本洪水位の算定手法を記す。

i)洪水保険料率マップでのゾーン区分

詳細法で設定される 100 年確率氾濫域は表 1-1 の洪水保険料率マップのゾーニングのうち AE 区域として FIRM に表示される。また、内水地区および扇状地での洪水氾濫については、それぞれ AH および AO 区域として表示される。これらの地区の基本洪水位の算定方法については、「3. 水文・水理解析手法の詳細について」で説明する。

ii)基本洪水位の具体的算定手法

詳細法では、対象河川および氾濫原の 100 年確率洪水位を不等流計算により算定する。そのため詳細な河道断面データや、河道内の構造物の影響を考慮することが必要となる。

以下にその条件について整理する。

a)地形条件

【氾濫河道横断データ】

詳細法で用いる河道横断データは、現地測量結果を用いることが望ましく、河道横断データを地形図から作成する場合は、米国地質調査所の図面（U.S. Geological Survey Quadrangle Map）と同レベルの詳細な地形図が必要となるとしている。

【横断面間隔】

横断面間隔は、1 区画について 1 断面必要となり、より大きな区画や複数の区画がある場合には、それらの区画の両端に、少なくとも 1 つの横断面が必要となる。また、下記の場合は断面を追加する必要があるとしている。

- 2 断面間の基本洪水位 BFE の差が 1 フィート以上の場合
- 横断面間距離が 500 フィート（150m）より離れている場合

【横断面の位置】

横断面の適切な位置を決定する際には下記の点に配慮して行うとしている。

流路：予想される 100 年確率洪水の流路に垂直であること（図 2-5）。

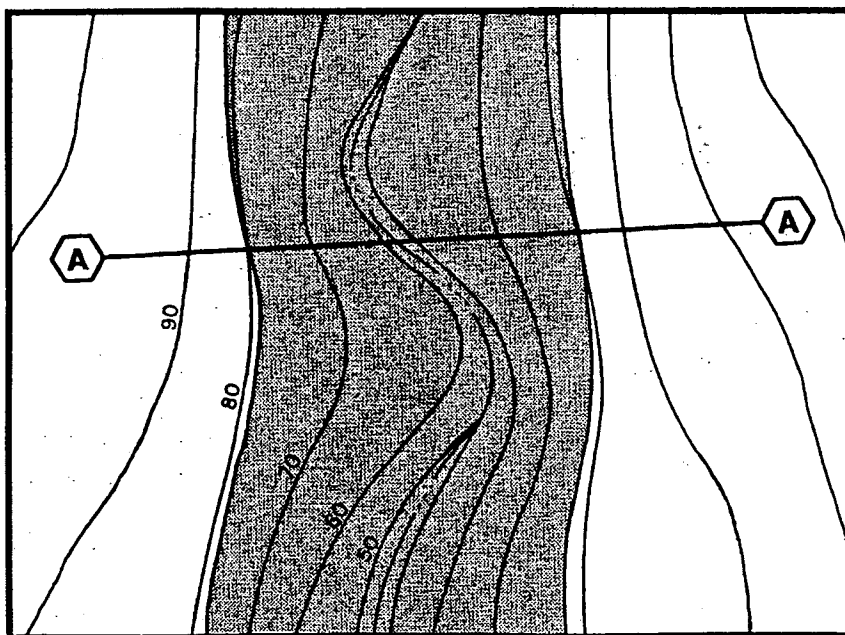


図 2-5 横断面の向き

河道特性：勾配や、河道形状、粗度といった河道特性が変化する場所に位置していること。

流量：支川の上流など、流量変化点に位置していること（図 2-6）。

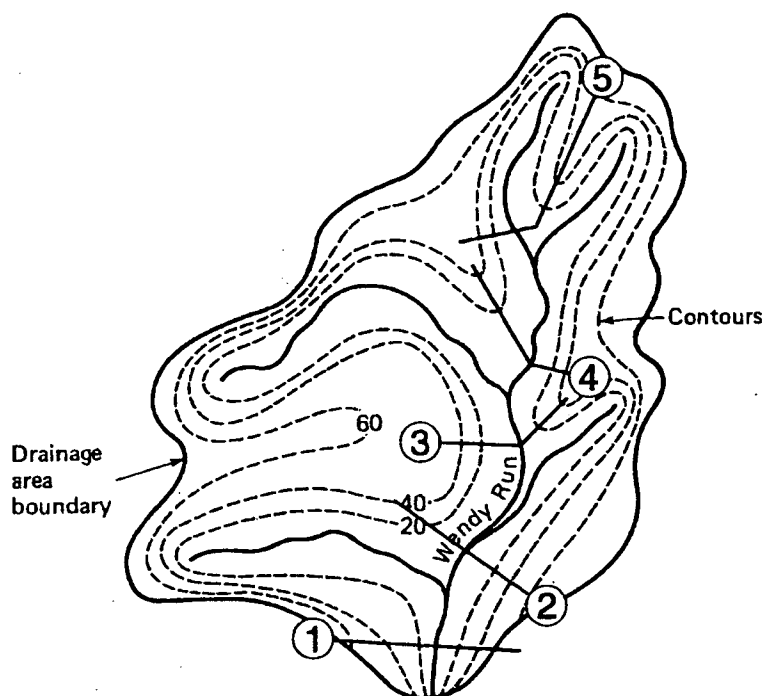


図 2-6 流量変化地点における横断面位置

構造物：図 2-7 に示したように、構造物および上下流に 1 断面ずつ設定する。上下流断面は構造物の影響を受けない範囲（ここでは、構造物直下の流路幅 W ）に設定する。上下流の氾濫河道形状がほぼ等しい場合は上流側断面を無視することができる。

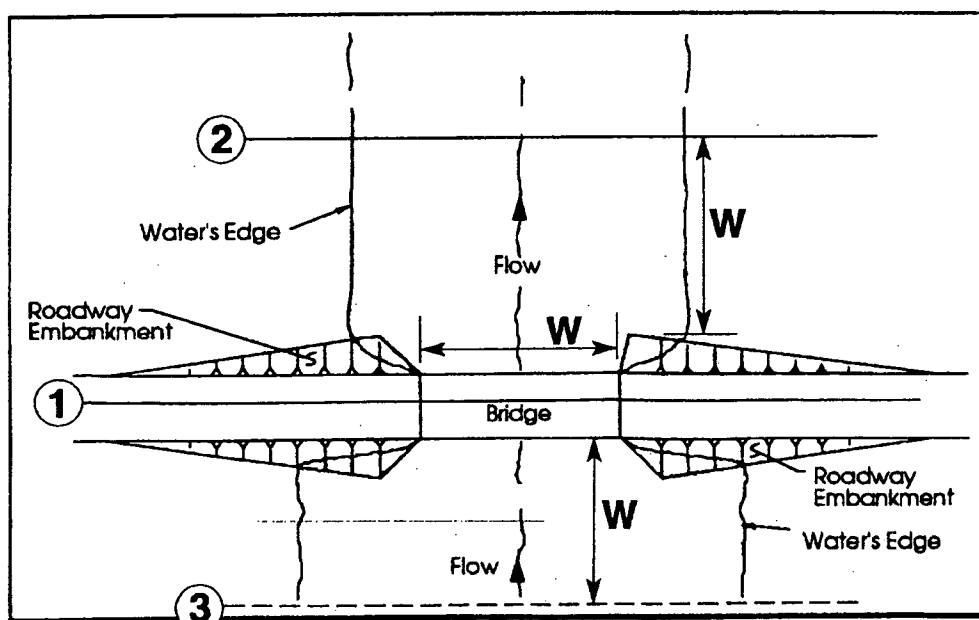


図 2-7 構造物周辺における横断面位置

b) 水位算定手法

詳細法では、通常は不等流計算にて氾濫河道の水位を算定し、その結果より水位縦断形状を

設定する。不等流計算を行う場合に用いる断面データは、上記で述べたとおり、基本的には現地測量したものをを用いる。

また、氾濫河道内に存在する道路、鉄道、堤防、ダム、または運河の上を流れる流れは、堰の乗り越し流として取り扱い、別途公式を用いて水位計算を行う。

また、橋梁や暗渠についても同様に影響評価を行う。

3. 水文・水理解析手法の詳細について

3.1 コンピュータプログラムについて

(1)洪水保険料率マップ作成に使用できるコンピュータプログラム

洪水保険料率マップを作成するために使用できるコンピュータプログラムは、連邦行政令の 44 章の 65.6 条(a)(6)(2)および(3)に準拠したものとなっている。

この行政令では、以下のことを満足することが要求されている。

- 洪水調節に関するプログラムの実施と氾濫原土地利用の両方、またはいずれか一方に責任を有する政府機関によって評価・認証されること
- ユーザマニュアルやプログラムソースコードについても文章化を行い、情報開示することを規定していること
- FEMA およびこのプログラムによって作成・修正された FIRM によって影響を受ける現在および将来のすべての関係者がこのプログラムを使用可能であること

(2)コンピュータプログラムの概要

上記の条件を満たすコンピュータプログラムは下記の 2 通りに分類される。

- ①全国認証モデル(Nationally Accepted Model)
- ②地域限定モデル (Locally Accepted Model)

コンピュータプログラムが全国認証モデルとして認証を得るためには、連邦行政令の 44 章の 65.6 条(a)(6)(2)および(3)を満たす必要がある。一方、地域限定モデルの場合、責任を有する地方の担当官による評価・試験をうけ、認証を得た場合に、そのモデルは当該地域限定で使用できる。地域限定認証モデルの一例としては、コロラド州デンバー市のみで利用可能なコロラド都市ハイドログラフ(CUHPF/FC)等が挙げられる。

(3)コンピュータプログラム使用の実態

FEMA のホームページにある、FEMA により認証されているコンピュータプログラムリストを次ページ以降の表 2-2 に示す。ここでは、使用頻度の多い順に示されている。

一般的に FIRM の作成には、HEC シリーズが最もよく用いられている。アメリカのコンサルタントによるとその理由として、以下に示したことが挙げられる。

- 陸軍工兵隊によって推奨されていること
- 無料であること

上記の理由および最も使用されていることから、実態として認証機関は HEC シリーズのコンピュータプログラムに最も精通している。

表2-2 Hydrologic Models Accepted by FEMA for NFIP Usage (FEMAホームページより)
 全国認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
水文解析モデル: 洪水流量の決定				
ピーク流量	HEC-1 4.0.1 and (May 1991)	U.S. Army Corps of Engineers	Water Resources Support Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center (HEC) 609 Second Street Davis, CA 95616-4687	水路の異なった地点での洪水ハイドログラフが得られる。検証計算(Calibration runs)がモデルパラメータの決定に優先される。
	HEC-HMS 1.1 and up (March 1998)	U.S. Army Corps of Engineers	U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center 609 Second Street Davis, CA 95616-4687 http://www.hec.usace.army.mil/	水文モデリングシステム(Hydrologic Modeling System)は、降雨流出過程のさまざまなオプションを提供するものである。降雨をシミュレートするためのグリッド降雨データを利用することができる。融雪が主要な洪水発生源で、また融雪を洪水流量の評価に際して考慮せねばならない地域のために使用される。
	TR-20 (February 1992)	U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service	U.S. Department of Commerce National Technical Information Service 5285 Port Royal Road Springfield, VA 22161	水路の異なった地点での洪水ハイドログラフが得られる。補正のランがモデルパラメータの決定に優先される。
	TR-55 (June 1986)	U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service	U.S. Department of Commerce National Technical Information Service 5285 Port Royal Road Springfield, VA 22161 r/quality/common/tr55/tr55.html	単一地点でのピーク流量および洪水ハイドログラフが得られる。
	SWMM (RUNOFF) 4.30 (May 1994), and 4.31 (January 1997)	U.S. Environmental Protection Agency and Oregon State University	Center for Exposure Assessment Modeling U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development Environmental Research Laboratory 960 College Station Road Athens, GA 30605-2720 http://www.epa.gov/ceampubl/softwdos.htm Department of Civil, Construction, and Environmental Engineering Oregon State University 202 Apperson Hall Corvallis OR 97331-2302 http://www.ccee.orst.edu/swmm/c/	実際の洪水事象に対する補正と検証が高く推奨される。
	MIKE 11 UHM (June 1999)	DHI Water and Environment	DHI Eight Neshaminy Interplex Suite 219 Trevoze, PA 19053	水路の異なった地点で単位図手法を用いた洪水ハイドログラフをシミュレートする。三つの方法が雨水浸透損失の算定に使われ、三つの方法が余剰降雨を流出させるために使われる。これに関するウェブサイトは、 http://www.dhi.dk である。
	DBRM 3.0 (1993)	Bernard L. Golding, P.E. Consulting Water Resources Engineer Orlando, FL	Center for Microcomputers in Transportation (McTrans) University of Florida 512 Weil Hall Gainesville, FL 32611-6585	水路の異なった地点での洪水ハイドログラフが得られる。補正のランがモデルパラメータの決定に優先される。
	HYMO	U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service	U.S. Department of Commerce National Technical Information Service 5285 Port Royal Road Springfield, VA 22161	水路の異なった地点での洪水ハイドログラフが得られる。補正のランがモデルパラメータの決定に優先される。

表2-2 Hydrologic Models Accepted by FEMA for NFIP Usage (FEMAホームページより)
 全国認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
水文解析モデル 洪水流量の決定				
時系列流量 ハイドログラフ	DR3M (October 1993)	U.S. Geological Survey	U.S. Geological Survey National Center 12201 Sunrise Valley Drive Reston, VA 22092	実際の洪水事象に対する補正が必要となる。これに関するウェブサイトは、 http://water.usgs.gov/software/surface_water.html である。
	HSPF 10.10 and up (December 1993)	U.S. Environmental Protection Agency, U.S. Geological Survey	Center for Exposure Assessment Modeling U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development Environmental Research Laboratory 960 College Station Road Athens, GA 30605-2720	実際の洪水事象に対する補正が必要となる。これに関するウェブサイトは、 http://water.usgs.gov/software/surface_water.html である。
	MIKE 11 RR (June 1999)	DHI Water and Environment	DHI Inc. Eight Neshaminy Interplex Suite 219 Trevose, PA 19053	雨水流出モジュール(Rainfall-Runoff Module) (RR、以前のNAN)は、集中系モデルであり、これは地表と表層での貯留の水収支を継続的に算定する。洪水ハイドログラフは、水路の異なった地点で予測される。実際の洪水事象に対する補正が必要となる。これに関するウェブサイトは、 http://www.dhi.dk である。
内水解析	HEC-IFH 1.03 and up	U.S. Army Corps of Engineers	U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center 609 Second Street Davis, CA 95616-4687	継続的なシミュレーションと仮想事象解析を提供する。合致頻度解析 (coincidence frequency analysis) (これはモデルに含まれていない) が場合によっては必要となる。補完文書は、ウェブサイトの www.fema.gov/mit/tsd/dl_ifh.htm を参照。

* これらのプログラムの編集や図示の拡張機能は、いくつかの民間企業から入手することができる。

* プログラムは基本的にメーカーによって配布され、HECを通じて入手することはできない。メーカーのリストはHECから入手可能である。

表2-2 Statistical Models Accepted by FEMA for NFIP Usage(FEMAホームページより)
 全国認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
統計モデル				
	HEC FFA 3.1 (February 1995)	U.S. Army Corps of Engineers	Water Resources Support Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center 609 Second Street Davis, CA 95616-4687	水データに関する省際諮問委員会が作成した「会報17B:洪水流量頻度決定指針(Bulletin 17B, Guidelines for Determining Flood Flow Frequency)」(1982年)に従って、洪水頻度解析を実行する。HECWRCIに取って代わるものである。
	PEAKFQ 2.4 and up (April 1998)	U.S. Geological Survey	U.S. Geological Survey Hydrologic Analysis Software Support Team 437 National Center Reston, VA 20192 http://water.usgs.gov/software/surface_water.html	水データに関する省際諮問委員会が作成した「会報17B:洪水流量頻度決定指針」(1982年)に従って、洪水頻度解析を実行する。
	FAN	FEMA	Michael Baker, Jr., Inc. 3601 Eisenhower Avenue, Suite 600 Alexandria, VA 22304	扇状地の浸水深と流速帯を決定する。

* プログラムは基本的にメーカーによって配布され、HECを通じて入手することはできない。メーカーのリストはHECから入手可能である。

表2-2 Hydraulic Models Accepted by FEMA for NFIP Usage (FEMAホームページより)
 全国認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
水理解析モデル：洪水水位の決定				
1次元不等流モデル	HEC-RAS 2.2 (September 1998)	U.S. Army Corps of Engineers	Water Resources Support Center Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center (HEC) 609 Second Street Davis, CA 95616-4687 http://www.hec.usace.army.mil/	HEC-2ファイルはHEC-RASにインポートすることができる。ユーザーは、HEC-RASにおいて導水計算を変更し、HEC-2を用いて得られる結果を再現するためにHEC-RASを実行する前に橋梁モデル化に必要な修正をおこなわなければならない。HEC-2を用いて以前に調査した水路を再調査するためのHEC-RASの利用は、次の条件のうち一つを満たす場合に限り奨励される。1)水路全体がHEC-RASを用いて再実行される。2)HEC-RASを用いて再モデル化された水路区間が、残りの区間から水理学的に独立している。WSPRO橋梁解析は、常流条件下で狭窄した氾濫原に対して推奨される。また、定常流水面断面計算 (steady flow water-surface profile calculations) (SNET)を実行するHEC-RAS version 2.2はversion 2.2.1に更新されており、NFIP調査に使用しなければならない。
	HEC-RAS 3.0.1	U.S. Army Corps of Engineers	Water Resources Support Center Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center 609 Second Street Davis, CA 95616-4687	まれな状況において、HEC-RAS 3.0.1は、低流量および氾濫の際のせき流量をともなう橋梁に対して、せき流量方程式と低流量橋梁解析法 (low flow bridge analysis method)を用いて流量の収支をとることができないことがある。その場合、HEC-RAS 3.0.1はエネルギー法を使用して、計算されるエネルギー勾配標高と水位を大きめにすることができる。
	HEC-2 4.6.2 ² (May 1991)	US Army Corps of Engineers	Water Resources Support Center Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center 609 Second Street Davis, CA 95616-4687	カルバート解析と氾濫河道オプションを含む。
	WSPRO (June 1988 and up)	US Geological Survey, Federal Highway Administration (FHWA)	Federal Highway Administration (FHWA) web page at: http://www.fhwa.dot.gov/bridge/hyddescr.htm	氾濫河道オプションは1998年6月版で利用できる。1988年版は、USGSのウェブサイト (http://water.usgs.gov/software/surface_water.html)で入手可能である。
	FLDWY (May 1989)	US Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service	US Department of Commerce National Technical Information Service 5285 Port Royal Road Springfield, VA 22161	等導水低減法 (equal conveyance reduction method)から不法拡張ステーション (encroachment station)を決定する。WSP2とともに使用される。このモデルを利用して作成される不法拡張ステーションは、氾濫河道を正確に作成するためにWSP2モデルに再入力されなければならない。
	QUICK-2 1.0 and up (January 1995)	FEMA	Federal Emergency Management Agency Hazard Identification Branch Mitigation Directorate 500 C Street, SW Washington, DC 20472	近似法によって調査される区域(A地帯)のみで利用されることを目的とする。一つあるいは一連の断面における水位を作成するために利用することができる。氾濫河道の作成には用いることはできない。
	HY8 4.1 and up (November 1992)	US Department of Transportation, Federal Highway Administration (FHWA)	Federal Highway Administration (FHWA) web page at: http://www.fhwa.dot.gov/bridge/hyddescr.htm	多数の並列カルバートを流れる流量および堤防道路を越流する流量の水位を計算する。ソフトウェアおよび関連書は、フロリダ大学の運輸マイクロコンピューターセンター (Center for Microcomputers in Transportation: McTrans) (512 Weil Hall, Gainesville, FL 32611-6585)またはウェブサイト (http://www.mctrans.ce.ufl.edu/)で入手可能である。

表2-2 Hydraulic Models Accepted by FEMA for NFIP Usage (FEMAホームページより)
 全国認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
水理解析モデル: 洪水水位の決定				
1次元不等流モデル	WSPGW 12.96 (October 2000)	Los Angeles Flood Control District and Joseph E. Bonadiman & Associates, Inc.	Joseph E. Bonadiman & Associates, Inc. 588 West 6th Street San Bernardino, CA 92410 http://www.bonadiman.com	WSPGWのWindows版。開水路および暗きよの水面断面と圧力勾配を計算する。多数の並列管の解析をおこなうことができる。道路の越流を計算することはできない。開水路は標準ステップ法を用いて解析されるが、粗度係数は水路を横切って変化することはできない。氾濫解析をおこなうことはできない。多数の並列管の解析は、管の均等な分布を想定しているため、管は同様の材料、形状、勾配、流入口の形状を有していなければならない。氾濫河道機能は利用できない。デモ版は http://www.civildesign.com から入手可能である。
1次元不定流モデル	FEQ 8.92 and FEQUTL 4.68 (1997, both)	Delbert D. Franz, Linsley, Kraeger Associates; and Charles S. Melching, USGS	US Geological Survey 221 North Broadway Avenue Urbana, IL 61801 http://water.usgs.gov/software/feq.html and technical support available at http://www-il.usgs.gov/proj/feq/	FEQモデルは、開水路および制御構造物における一次元非定常流の完全な運動方程式を解くためのコンピュータプログラムである。氾濫原の水理特性(水路、氾濫、および流量の流れに影響するすべての制御構造物を含む)は、そのコンビニオンプログラムFEQUTLによって計算され、FEQプログラムによって利用される。実際の洪水事象に対する補正と検証が高く推奨される。FEQUTLのタイプ5のカルバートの流量計算は、NFIP利用のために認証された方法論やモデルを使用して得られた結果と照らして検証する必要がある。氾濫河道の概念の公式化には利用できない。
	Advanced ICPR 2.20 (October 2000)	Streamline Technologies, Inc.	Streamline Technologies, Inc. 6961 University Boulevard Winter Park, FL 32792	このモデルのこれまでの版は認証されない。実際の洪水事象に対する補正と検証が高く推奨される。氾濫河道の概念の公式化には利用できない。
	SWMM 4.30 (May 1994), and 4.31 (January 1997)	US Environmental Protection Agency and Oregon State University	Center for Exposure Assessment Modeling US Environmental Protection Agency Office of Research and Development Environmental Research Laboratory 960 College Station Road Athens, GA 30605-2720 http://www.epa.gov/ceampubl/softwdos.htm Department of Civil, Construction, and Environmental Engineering Oregon State University 202 Apperson Hall Corvallis, OR 97331-2302 http://www.ccee.orst.edu/swmm/ ftp://ftp.engr.orst.edu/pub/swmm/pc/	実際の洪水事象に対する補正と検証が高く推奨される。構造物の損失計算には利用できないので、粗度係数の操作によって適応させなければならない。むしろ、NFIPの目的で、橋梁における水頭損失をWSPROを用いて検証しなければならない。カルバートにおける損失は、地質調査局のカルバート解析のための六つの方程式を用いて検証しなければならない。雨水管交差部における損失も、個々の計算によって検証しなければならない。氾濫河道計算のための補完文書は、ウェブサイトの http://www.fema.gov/mit/tsd/dl_swmm.htm を参照。
1次元不定流モデル	FLDWAV (November 1998)	National Weather Service	Hydrologic Research Laboratory Office of Hydrology National Weather Service, NOAA 1345 East-West Highway Silver Spring, MD 20910	DAMBRKとDWOPERのすべての機能および追加機能を含む。これは、開水路および制御構造物における一次元流の完全な運動方程式を解くためのコンピュータプログラムである。氾濫河道の概念の公式化には利用できない。実際の洪水事象に対する補正が必要となる。このモデルには土砂流送のモデル化機能がある。プログラムはNWSによって支援される。補完文書は、ウェブサイトの http://www.fema.gov/mit/tsd/dl_fdwv.htm を参照。

表2-2 Hydraulic Models Accepted by FEMA for NFIP Usage (FEMAホームページより)
 全国認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
水理解析モデル：洪水水位の決定				
1次元不定流モデル	MIKE 11 HD (June 1999)	DHI Water and Environment	DHI Inc. Eight Neshaminy Interplex Suite 219 Trevose, PA 19053	開水路および制御構造物における一次元流の完全な運動方程式を解くための水力学モデルである。氾濫原は、主用水路とは別にモデル化することができる。橋梁の流量計算は、NFIP利用のために認証された方法論やモデルを使用して得られた結果と照らして検証する必要がある。実際の洪水事象に対する補正が必要となる。氾濫河道の概念の公式化には利用できない。このモデルには土砂流送のモデル化機能がある。これに関するウェブサイトは、 http://www.dhi.dk である。
	FLO-2D v. 2000.11 (December 2000)	Jimmy S. O'Brien, Ph.D., P.E.	FLO-2D Software, Inc. Tetra Tech, ISG P.O. Box 66 Nutrioso, AZ 85932	16) 開水路における一次元流および氾濫原における二次元流の完全な運動方程式を解くための水力学モデルである。橋梁あるいはカルバートの計算は、NFIP利用のために認証された方法論やモデルを使用して、FLO-2Dの外部で実行しなければならない。実際の洪水事象に対する補正が必要となる。氾濫河道の計算には利用できない。
2次元不等流／不定流モデル	TABS -RMA2 v. 4.3 (October 1996) -RMA4 v. 4.5 (July 2000)	US Army Corps of Engineers	Coastal Engineering Research Center Department of the Army Waterways Experiment Station Corps of Engineers 3909 Halls Ferry Road Vicksburg, MS 39180-6199	分流に限定される。氾濫河道の概念の公式化には利用できない。構造物の取扱いのためには、さらなる検討が事前におこなわれる。
	FESWMS 2DH 1.1 and up (June 1995)	US Geological Survey	US Geological Survey National Center 12201 Sunrise Valley Drive Reston, VA 22092 http://water.usgs.gov/software/surface_water.html	地域10は、オレゴン州で調査を実施した。氾濫河道の概念の公式化には利用できない。このモデルには土砂流送のモデル化機能がある。
	FLO-2D v. 2000.11 (December 2000)	Jimmy S. O'Brien, Ph.D. P.E.	FLO-2D Software, Inc. Tetra Tech, ISG P.O. Box 66 Nutrioso, AZ 85932	自由流、複雑な水路、土砂流送、および土石流のモデル化機能を持つ水力学モデルである。扇状地のモデル化にも利用することができる。
洪水水路解析	SFD	US Army Corps of Engineers/FEMA	Federal Emergency Management Agency Hazard Identification Branch Mitigation Directorate 500 C Street, SW Washington, DC 20472	規制氾濫河道の制限のない水路のための単純化された氾濫河道手順
	PSUPRO	Pennsylvania State University/ US Army Corps of Engineers/FEMA	Federal Emergency Management Agency Hazard Identification Branch Mitigation Directorate 500 C Street, SW Washington, DC 20472	規制氾濫河道の制限のない水路のための不法拡張解析

* これらのプログラムの編集や図示の拡張機能は、いくつかの民間企業から入手することができる。

* プログラムは基本的にメーカーによって配布され、HECを通じて入手することはできない。メーカーのリストはHECから入手可能である。

表2-2 Hydrologic Models Accepted by FEMA for NFIP Usage (FEMAホームページより)
地域限定認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
水文解析モデル: 洪水流量の決定				
Single Event	AHYMO 97 (August 1997)	Albuquerque Metropolitan Arroyo Flood Control Authority, Anderson-Hydro	Anderson-Hydro 13537 Terragon Drive, NE Albuquerque, NM 87112	水データに関する省際諮問委員会が作成した「会報17B: 洪水流量頻度決定指針 (Bulletin 17B, Guidelines for Determining Flood Flow Frequency)」(1982年)に従って、洪水頻度解析を実行する。HECWRCに取って代わるものである。
	Colorado Urban Hydrograph Procedure (CUHPF/PC) (May 1995)	Denver Urban Drainage and Flood Control District	Denver Urban Drainage and Flood Control District 2480 West 26th Avenue, Suite 156-B Denver, CO 80211	水データに関する省際諮問委員会が作成した「会報17B: 洪水流量頻度決定指針」(1982年)に従って、洪水頻度解析を実行する。

表2-2 Hydraulic Models Accepted by FEMA for NFIP Usage (FEMAホームページより)
地域限定認証モデル、2002/1/11

種類	プログラム	開発元	問い合わせ先	コメント
水理解析モデル：洪水水位の決定				
1次元不定流計算モデル	HCSWMM 4.31B (August 2000)	Stormwater Management Section Public Works Department Hillsborough County, Florida	Stormwater Management Section Public Works Department Hillsborough County, Florida 601 E. Kennedy Boulevard, 21st Floor P.O. Box 1110 Tampa, FL 33601	EPA SWMM 4.31の修正版。主な修正は、雨水流出過程の計算のためにSCS-CN法を本モデルに組み込んだこと、各断面に関して21の異なる Manning係数が与えられること、さらに、C1ラインに四つのフィールドが加えられ、流出口 (exit)、流入口 (entrance) およびその他の小さな損失を計算し、HYDROG.DAT (各流出後に発生した各小流域 (subbasin) に関するハイドログラフを含む) というASCIIファイルを自動的に作成する安定した条件にもとづいてパイプを拡張したことである。フロリダ州Hillsborough郡内での使用と適用が認証されているだけである。これに関するウェブサイトは、 http://www.hillsboroughcounty.org/publicworks/engineering/home.htm である。
2次元不定流計算モデル	SHEET2D 9 (July 2000)	Tomasello Consulting Engineers, Inc.	Tomasello Consulting Engineers, Inc. 5906 Center Street Jupiter, FL 33458	流域の地形と水文パラメータを表すグリッドネットワークに利用されるDOSプログラム。SCSの式にもとづいて、各グリッドに対する雨量分布に利用するための流出量を計算し、地質および凹地貯留に関して入力される。二次元の運動方程式によって表面流の経路を追跡する。指定されたHEC-2タイプによる断面の特別グリッドによっておこなわれる水路追跡である。表面流出バリアー (sheetflow barriers) が、表面流出グリッドと区別した堤防や道路を表すのに用いられる。特別グリッドが、階段工 (stage) / 貯水工と水文パラメータの入力によってカスケディングウォーター管理システム (cascading water management system) を定義するために用いられるが、パラメータの入力は入力で記述された構造物によって表面流況へと接続する。出力されるのは、高水位、構造物からの放流量、表面流出ハイドログラフ、モデルのあらゆるポイントでの流量曲線である。フロリダ州Big Cypress流域での使用が認証されているだけである。
2次元不等流/不定流モデル	DHM 21 (August 1987)	Theodore V. Hromadka II, Ph.D., Ph.D., P.E., P.H.	Department of Mathematics, Geology, and Environmental Studies California State University, Fullerton Fullerton, CA 92958-9020 thromadka@full.com	拡散流量モデル (Diffusion flow model)、これは自由表面流および開水路 (unconfined surface and open channel flows) を追跡するモデルである。扇状地氾濫のモデル化に用いることもできる。雨水流出の出力は、水文調査に利用できる。動的な経路にも使用できる。氾濫河道の概念の公式化には利用できない。カリフォルニア州San Bernardino郡洪水防御地区での使用が認証されているだけである。

3.2 水位計算の考え方について

(1)築堤区間の取扱い

基本洪水位 BFE の算定に用いる河道断面は、河川と流域を一体とみなした氾濫河道断面を用いることが一般的である。但し、河道と流域の間に築堤がなされている場合は、下記に示した考え方に従い、対象となる堤防が 100 年確率洪水に対応するものと評価される場合には、堤防機能を評価することとしている。

以下にその概要を示す。

i)100 年確率洪水に対する防御機能を有する堤防の必要条件

堤防はその構造によって土堤、コンクリート堤防、擁壁、防潮堤等に分類される。このうち土堤については、連邦行政命令集 (Code of Federal Regulations) 44 章の 65.10 項に基本洪水位に対する防御機能を有するための基準が記されている。また、コンクリート堤防、擁壁、防潮壁、およびその他の構造物の評価は、対象地域のプロジェクト責任者によって個別に評価された後、承認される。

これらの堤防の築堤区間が洪水保険対象区域に含まれている場合、100 年確率洪水時には破堤しないものと仮定される。

なお、このような堤防の後背地は、その定義上 100 年確率洪水では浸水しないことから、洪水保険料率マップ上では、X 区域と表現される。

上記の要件を満たさない堤防は、100 年確率洪水時での安定性および浸透性に対して疑念があるため、洪水時には破堤の可能性が考慮される。これらの堤防は 100 年確率洪水時には破堤するものと仮定し、計算上、堤防の存在は無視して計算されている。

ii)100 年確率洪水に対する防御能力を持つ堤防の性能評価条件

連邦行政命令集 (Code of Federal Regulations) 44 章の 65.10 項に記された、100 年確率洪水に対する防御能力をもつ土堤の規定は下記の通りである。

a)余裕高

最低天端余裕高は 3 フィート (0.9m) とする。

構造物の両側 100 フィート (30m) および橋梁等によって圧力を受ける箇所については、最低天端余裕高は 4 フィート (1.2m) とする。

上流端ではこの最低値の上にさらに 0.5 フィート (0.15m) の追加が必要である。

b)構造設計解析

盛土の保護、盛土と基礎の安定性、閉鎖ゲート、地盤沈下を扱う構造解析を行わなければならない。

c)内水排除

堤防に 100 年確率洪水に対する防御機能を有するという証明を与える場合は、内水排除システムの妥当性の評価がおこなわれる。堤防に関連する内水排除システムには、調節池、自然排水、排水ポンプ場、もしくはそれらの組合せが常に含まれる。これらの排水システムは、連邦行政命令集の基準を満たしている場合に、FEMA によって承認される。

d)運用

堤防の防御機能の設計基準について、洪水時の土嚢積みや埋立て、角落しの利用等の人為的

対策は考慮されない。

但し、閉塞ゲート (closure structure) および排水ポンプ場の周辺については、土嚢積みによる嵩上げで余裕高を満たすことが例外的に認められる。

e)維持管理

堤防システムが基本的に 100 年確率洪水防御として機能すると認可されるためには、公式に承認された維持管理計画に従って維持管理されなければならない。計画書は堤防システムの所有者によって FEMA に提出されなければならない。

iii)連邦堤防計画

連邦堤防計画 (Federal Levee Program) に含まれる堤防は、その目的から 100 年確率洪水に対して防御するために設計・維持管理がなされていることから、洪水保険料率マップ上では破堤しない堤防として取り扱われる。

a)連邦堤防計画の概要

連邦堤防計画は、可航河川の管理に関する命令に基づき、陸軍工兵隊によって定められた計画である。

この計画の中で洪水防御に関する権限は、1917 年制定の洪水防御法および 1928 年、1936 年、1938 年、1943 年、1944 年、1948 年の改正法を含むいくつかの法律に基づいている。これらの法律の多くは大洪水を契機として政治的な推進力によって定められた。特に、1928 年制定の洪水防御法の中で、工兵隊に洪水防御活動の権限が付与された。計画の詳細は 100 年以上にわたって制定されてきたいくつかの法律に含まれており、歴史が長く、複雑なものである。

以下は工兵隊ホームページに記載されている洪水被害の軽減に対する工兵隊の業務について記したものである。

「工兵隊は、1800 年代半ばにミシシッピ川沿岸の洪水問題に取り組むためにはじめて招集された。1928 年にミシシッピ川水系洪水防御事業に着手し、1936 年の洪水防御法によって、工兵隊は全国の洪水防御をおこなう任務を与えられた。工兵隊による洪水防御への取り組みは、地方の洪水防御事業（堤防あるいは非構造物対策による洪水防御）のような小規模なものから大ダムにまで及ぶ。現在、工兵隊が建設した洪水防御施設のほとんどは、市町および農業地区への資金援助によって所有されているが、工兵隊は、383 の洪水調節用のダムおよび貯水池の管理と操作をおこなっている。工兵隊をはじめとして、いかなる機関も、すべての洪水被害を防止することはできないが、われわれには数多くの実績がある。1991 年から 2000 年の 10 年間で、米国は洪水によって 450 億ドルの資産損失を被った。しかしながら、同じ期間に工兵隊の洪水被害軽減策によって、2,080 億ドル以上の被害を防止した。これは、防御がおこなわれなかった場合に生じたと考えられる被害の 82%に相当する。建設事業に加えて、工兵隊は、氾濫原管理サービス (Flood Plain Management Services) を通じて、コミュニティ、産業界、および資産所有者がゾーニング規制、警報システム、洪水防御などの対策をみずから講じることができるように助言をおこなっている。昨年このサービスは、44,000 件以上の情報の問合せに対応した。これによって防御された資産額は 62 億ドルと評価されている」。

b)連邦堤防計画と洪水保険制度との関係

連邦堤防計画は、コミュニティに洪水防御機能を提供するため、工兵隊によって管理される洪水防御施設を指し、一方で、洪水保険制度は、被害を受けやすい地域の資産所有者に洪水保険を提供するための連邦保険計画であり、この二つの計画は直接連動していない。

多くの場合、連邦堤防によって FIRM での A 地区と X 地区に分けられるが、こうした境界線を形づくっている堤防には、前述の 100 年確率洪水に対する防御機能を有する堤防の必要条件を満たした連邦以外の堤防も数多く存在する。

c)連邦堤防計画の採択基準および管理責任

連邦堤防計画に含まれていない堤防は、設計・施工・保全に関する工兵隊の基準を満たした場合、連邦堤防網の一部となる。堤防が連邦堤防網の一部として認められると、工兵隊は、破堤、法面崩壊等の被災に対して補修責任を負うこととなる。

一方、地方機関（コミュニティ）は、機械設備や構造物に関する臨時および定期的な管理責任を負うこととなる。

iv)大規模築堤区間の背後地について

大規模築堤区間の背後地の一例として、次項にニューオリンズ周辺の洪水料率マップを示す。ここで描かれている堤防は陸軍工兵隊の管理するミシシッピ川の堤防であり、上記の要件を満たし、100 年確率洪水で破堤しない前提となっているため、内水貯留を表す(Ponding Area)が多く見られる。

v)水位算定

a)対象の堤防が必要条件を満たす場合

堤防が上記の適切な要求事項を満たし、それが地域のプロジェクト責任者によって確認された場合は、対象地区（堤内地）は、X 地区もしくは内水排除検討によって決定される地区（A H 地区）として指定される。

b)対象の堤防が必要条件を満たさない場合

対象の堤防が 44CFR65. 10 に記述されている要求事項を満たさず、それが地域のプロジェクト責任者によって確認された場合、基本洪水水位は、その堤防が存在しない状態とみなして再度計算される。対象の堤防は、検討区間毎に、連続堤防のほかの部分とは無関係に、44CFR65. 10 の要求事項を満たす部分が存在しない限り、100 年確率洪水に対する防御機能を持つものとみなされない。

基本洪水水位は、以下のように考えて算定する。

- 1.河道兩岸が築堤されており、そのうち片岸のみ 100 年確率洪水防御機能を持たない場合
100 年確率洪水防御機能を持たない堤防側の堤内地の基本洪水水位は、その堤防がその場所にある状態で計算した 100 年確率水位に等しいものとする。

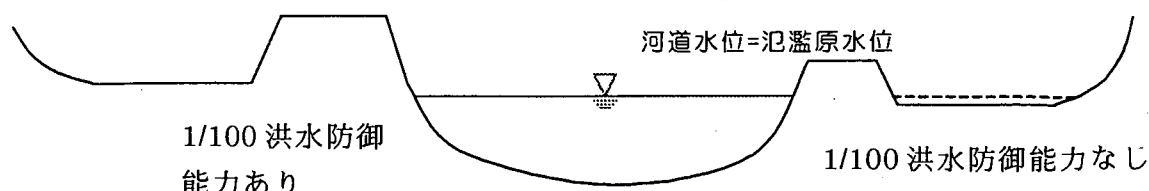
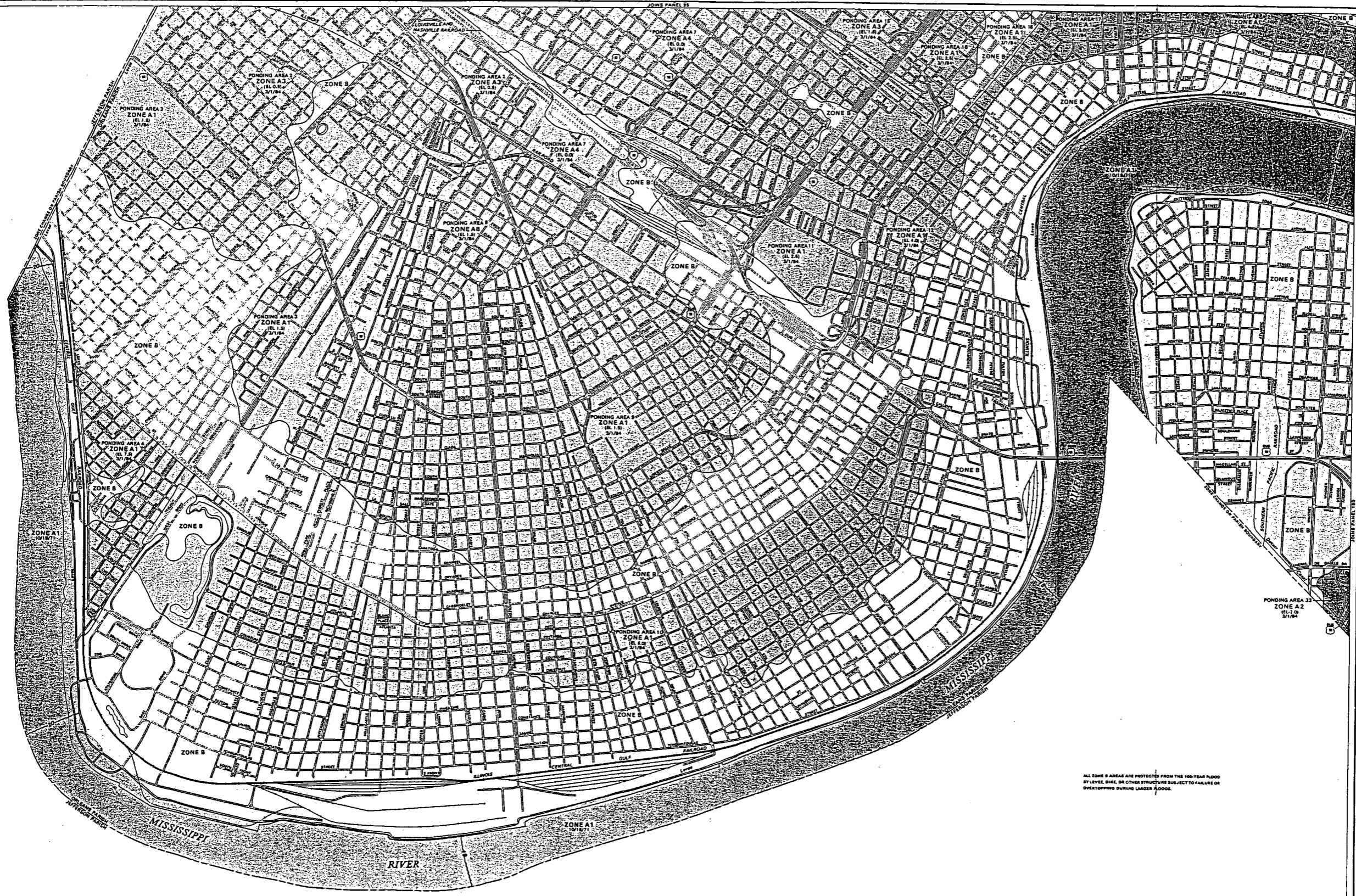


図 3-1 堤内地の基本洪水のイメージ



KEY TO MAP

100-Year Flood Boundary	Zone B
100-Year Flood Boundary	Zone B
Zone Designation	
100-Year Flood Boundary	Zone B
100-Year Flood Boundary	Zone B
Base Flood Elevation Line With Elevation in Feet**	EL 87.3
Base Flood Elevation in Feet Where Uniform Within Zone**	EL 86.71
Elevation Reference Mark	RM 7x
Zone D Boundary	
River Mile	+M1.5

**Reference to the National Geodetic Vertical Datum of 1929

***EXPLANATION OF ZONE DESIGNATIONS**

ZONE EXPLANATION

A Area of 100-year flood; base flood elevation and flood hazard factors not determined.

A1 Area of 100-year shallow flooding where depths are between (1) and three (3) feet; certain depths of inundation are shown, but no flood hazard factors are determined.

AH Area of 100-year shallow flooding where depths are between one (1) and three (3) feet; base flood elevation is determined, but no flood hazard factors are determined.

A1-A20 Area of 100-year flood; base flood elevation and flood hazard factors determined.

A20 Area of 100-year flood to be protected by flood protection (levee, dike, or other structure); base flood elevation and flood hazard factors not determined.

B Area between limits of the 100-year flood and 500-year flood or certain depth of inundation in 100-year flooding with average depths less than one (1) foot or where the contributing drainage area is less than one square (1) or more acre as determined by lines from the 100-year flood (shaded shading).

C Area of minimal flooding (No shading)

D Area of unwaterproofed, low-lying, flood hazards.

V Area of 100-year coastal flood with velocity (wave action); base flood elevation and flood hazard factors not determined.

V1-V20 Area of 100-year coastal flood with velocity (wave action); base flood elevation and flood hazard factors determined.

NOTES TO USER

Certain areas not in the special flood hazard areas (zones A and V) may be protected by flood control structures.

This map is for flood insurance purposes only; it does not necessarily show all areas subject to flooding or the community or all planning features outside special flood hazard areas.

For obtaining map panels, see necessary printed index to this map.

INITIAL IDENTIFICATION

Initial identification: Flood Hazard-Map No. 12, 1970
October 15, 1971

FLOOD INSURANCE RATE MAP EFFECTIVE:

FLOOD INSURANCE RATE MAP REVISIONS:

Map revised October 20, 1972 to change Zone B boundaries and to remove Zone Flood Protection.

Map revised September 25, 1973 to change Base Flood Elevation and to alter Zone B boundaries.

Map revised August 1, 1974 to change Zone B boundaries.

Map revised April 14, 1975 to change Base Flood Elevation.

Map revised January 6, 1976 to change Base Flood Elevation and to reduce extent of map protection.

Map revised July 28, 1976 to change Zone A2 from Elevation to Depth, to change Zone Designation, and to remove Zone Flood Protection.

Map revised February 2, 1982 to change Zone Designation and Base Flood Elevation reflecting recent survey data.

Map revised March 1, 1984 to correct and improve Base Flood Elevation, to remove Zone Designation and to remove Special Flood Hazard Areas.

Refer to the FLOOD INSURANCE RATE MAP EFFECTIVE date shown on this map or determine when national flood apply to structures in the area where elevation or depth have been established.

To determine if flood insurance is available in this community, contact your insurance agent, or call the National Flood Insurance Program at (800) 638-6629.



ALL ZONE B AREAS ARE PROTECTED FROM THE 100-YEAR FLOOD BY LEVEE, DIKE, OR OTHER STRUCTURE SUBJECT TO FAILURE OR OVERTOPPING DURING LARGER FLOODS.

NATIONAL FLOOD INSURANCE PROGRAM

FIRM
FLOOD INSURANCE RATE MAP

CITY OF
NEW ORLEANS AND
ORLEANS PARISH,
LOUISIANA

PANEL 160 OF 185
(SEE MAP INDEX FOR PANELS NOT PRINTED)

COMMUNITY-PANEL NUMBER
225203 0160 E

MAP REVISED:
MARCH 1, 1984

Federal Emergency Management Agency

2.上記の条件で算定された基本洪水水位が、100年確率洪水防御機能を持たない堤防の天端高よりも高い場合

このような場合、算出した基本洪水水位は河道内水位（堤外地側）に用いる。その後、100年確率洪水防御機能を有しない堤防が存在しない状態を仮定し、100年確率洪水水位を再計算して、堤防の堤内地側水位とする。

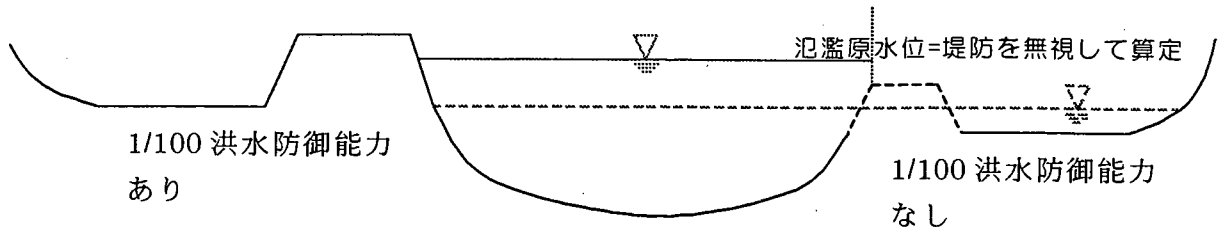


図 3-2 堤内地の基本洪水水位のイメージ

他の確率規模（10年、50年、および500年確率）での水位が堤防天端よりも高い場合、その水位は100年確率洪水防御機能を有しない堤防の天端高と等しいものとする。

これらの水位が堤防の天端高よりも低い場合には、その計算水位が断面図に表示される。100年確率洪水よりも低頻度の洪水については、堤防がない状態での解析は行わない。

100年確率洪水防御堤防の条件を満足していない堤防については、最大で5つの水位が記入された水位縦断面図を作成する場合がある。その中で示される水位は、10年、50年、100年確率洪水について堤防がある状態で3洪水（10、50、100年確率）、堤防がない状態で2洪水（100、500年確率）の水位である。

「堤防あり」の基準洪水水位（BFE）が「堤防なし」の基準洪水水位よりも高い場合、堤防の中心線に沿って、異なる基本洪水水位の領域を区分する線をFIRMに表示すべきである。それ以外は「堤防なし」基準洪水水位のみが示される。

支川の合流点では、本川の基本洪水水位が支流の自己流の水位または流域の基本洪水水位のいずれかよりも高い場合には、本川の基本洪水水位が規定水位として表示される。

(2)浅水洪水（Shallow Flooding）の取扱い

全国洪水保険制度（NFIP）では、河道形状が明確でないところでの水深3フィート（0.9m）以下の洪水を浅水洪水と定義している。

浅水洪水は、大きく分けて、内水氾濫（Ponding）と扇状地氾濫（Sheet Flow）に分けられる。浅水洪水調査は調査の方法および費用対効果が非常に限られているため、集水面積（drainage area）が1平方マイル（2.56km²）未満の場合には、その洪水は地域的な排水問題と見なされるため、氾濫の危険を地域社会に喚起する目的から概略調査法で行う。

一方、詳細調査は、破壊的な洪水履歴がある地域や将来のダメージポテンシャルが高い地域、および予測される100年確率洪水水位が1.0フィート以上のある場合のみ行われる。詳細調査で算定される水深は、1フィート単位で近似される。

i)内水氾濫の取扱い

a)洪水保険料率マップでのゾーン区分

内水地帯で設定される 100 年確率氾濫域は、概略法で検討された場合には A 区域、詳細法で検討された場合には AH 区域として洪水保険料率マップに表示される。また、外水氾濫が想定される AE 区域でも内水氾濫が発生する可能性があるが、通常は内水氾濫に較べて外水氾濫の想定浸水深が高いことから、洪水保険料率マップでは外水氾濫域として表示される。

b)内水氾濫域の基本洪水水位算定の考え方

内水氾濫域の水位計算は、内水氾濫域への流入量および流出量を決定し、さらに内水氾濫域の地形条件から単純な水位追跡解析を行って貯留量および水位を計算する。水位 - 貯留量 (H - V) の関係は、地形図または現地測量結果より定められる。現地測量を行う場合に必要な断面数は内水地区の面積にもよるが、通常は、主要な軸に沿った 1 面とその軸に直角方向の 2 面程度の断面が作成される。

内水氾濫域からの流出量には、排水地点にある暗渠等の構造物の流量曲線や実験式等を考慮する必要がある。

c)コンピュータプログラム

先に示したコンピュータプログラムリストの全国認証水文解析モデルに、内水解析モデルとして 'HEC-IFH' が紹介されている。

ii)都市部の下水氾濫について

都市部での内水氾濫や表層流出は、建物や下水・排水システム、および街路等の影響を受ける。豪雨対応の雨水管渠および街路設備は、多くの場合、比較的頻繁に起こる洪水、言い換えれば確率規模の小さな降雨での流出量に対応できるよう設計されている。このため、100 年確率洪水を含む発生頻度の小さな洪水では、排水システムの設計許容量を超えるため、排水路の流下能力不足などの結果、浅水洪水が発生する。

このような問題の分析はかなりの費用がかさむこと、このような地域はすでに開発されており排水システムの改善が唯一の短期的解決策であること等の理由から、地域排水問題の分析は、洪水保険料率マップの検討ではないと考えられる。

そのため、このような地域の特定には、既往データや地域の技術者および住民による報告書に依存し、地域の線引きには、現地踏査と技術者による判断を用いるべきであるとしている。

iii)扇状地氾濫の取扱い

a)洪水保険料率マップでのゾーン区分

扇状地地形で設定される 100 年確率氾濫域は AO 区域として洪水保険料率マップに表示される。扇状地氾濫での平均水位は扇状地の地点毎に異なり、計算段階では表 3-1 に示したように細分化されるが、洪水保険料率マップに記載する時点で扇状地全体の平均水位としてまとめられ、1 フィート単位に近似される。

表 3-1 扇状地氾濫区域の詳細区分

区分名	地点の平均水位(ft)
AO 区域水深 1	1.0~1.5
AO 区域水深 2	1.5~2.5
AO 区域水深 3	2.5~3.0

また扇状地洪水では、水深の他に流速も算定され、これらも洪水保険料率マップに記載される。たとえば、100年確率の水深が1.5から2.5フィートおよび100年確率の速度が6.5から7.5フィート/秒の扇状地洪水の影響を受ける地点はすべて、「A0地区(水深2FT、速度7FPS)」と表示される地域に含まれる。

a) 扇状地洪水域での基本洪水水位算定の考え方

洪水保険料率マップでの扇状地氾濫は、一般的に起伏の少ない広い地域にわたって発生する薄い流れの洪水で、水深が1フィートから3フィートのものと定義される。

扇状地上の任意の点での100年確率洪水流量は、数式1に示したように、扇状地洪水を扇状地河道の氾濫地点(頂点)で発生した氾濫流量が、頂点の下流域のある地点を1パーセントの確率で通過するものとして表現される。

$$P[H=1 \cap Q > q_0] = \int_{q_0}^{\infty} P_{H|Q}(1, q) f_Q(q) dq$$

数式 1

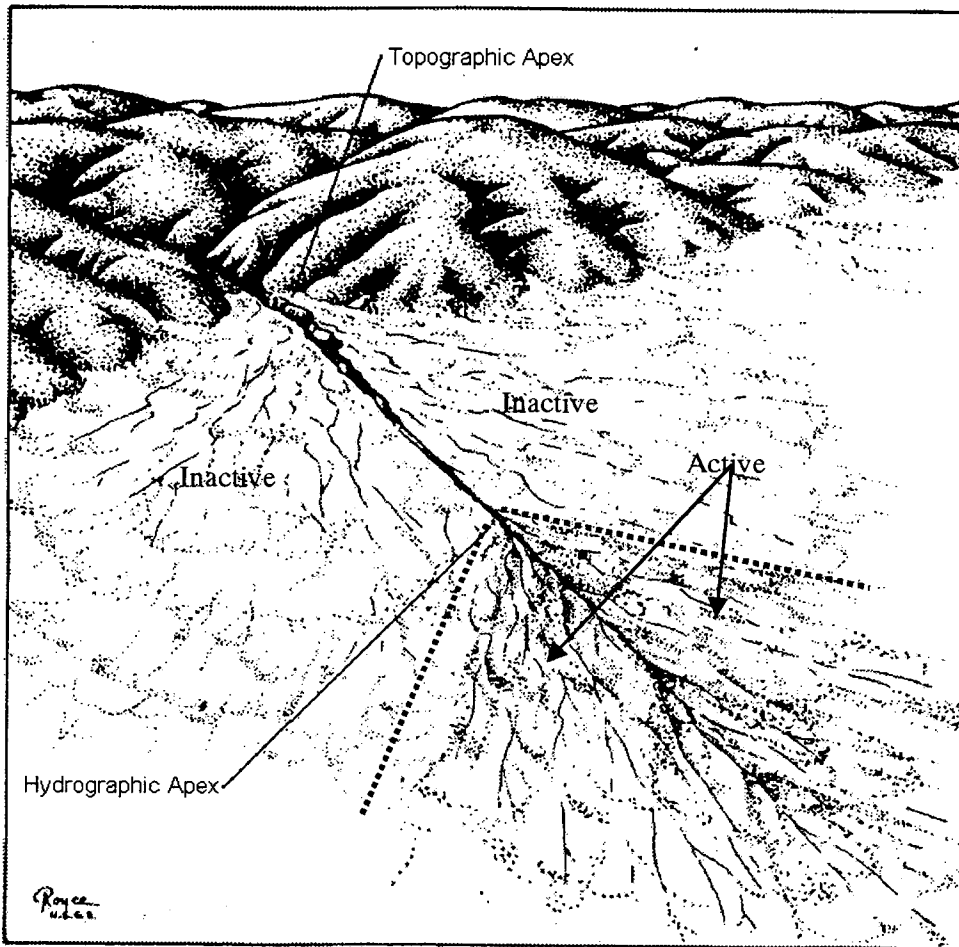


図 3-3 扇状地洪水の概念図

この確率流量と、以下に示した式から水位 d および流速 v を算定する。

$$d = 0.106 q^{1/5}$$

数式 2

$$v = 1.506 q^{1/5}$$

数式 3

a) FAN コンピュータプログラム

扇状地洪水の基本洪水位および流速の算定手法の理論的説明は、「Guideline for Determining Flood Hazard on Alluvial Fans」に記載されている。

扇状地氾濫の計算は、このマニュアルの考え方を基にして作成されたコンピュータプログラム‘FAN’を用いて行う。

‘FAN’コンピュータプログラムは、FEMAによって提供され、上記の数式の解を得ることができる。

但しこのプログラムは、ニューメキシコ州での扇状地洪水の観測結果を基に、数式 1 を以下のように近似した式を用いている。

$$P_{HQ}(1, q) = \frac{w(q)}{W_{fan}} = \frac{9.408 q^{2/5}}{W_{fan}} \quad \text{数式 4}$$

ここで、 $w(q)$: 流量 q の流れの幅

w_{fan} : 扇状地洪水の幅

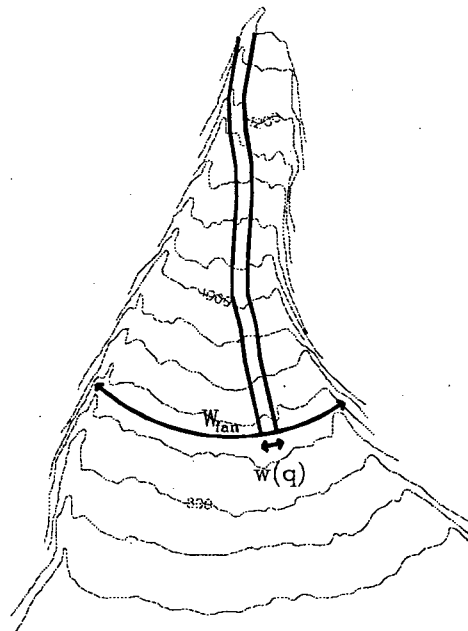


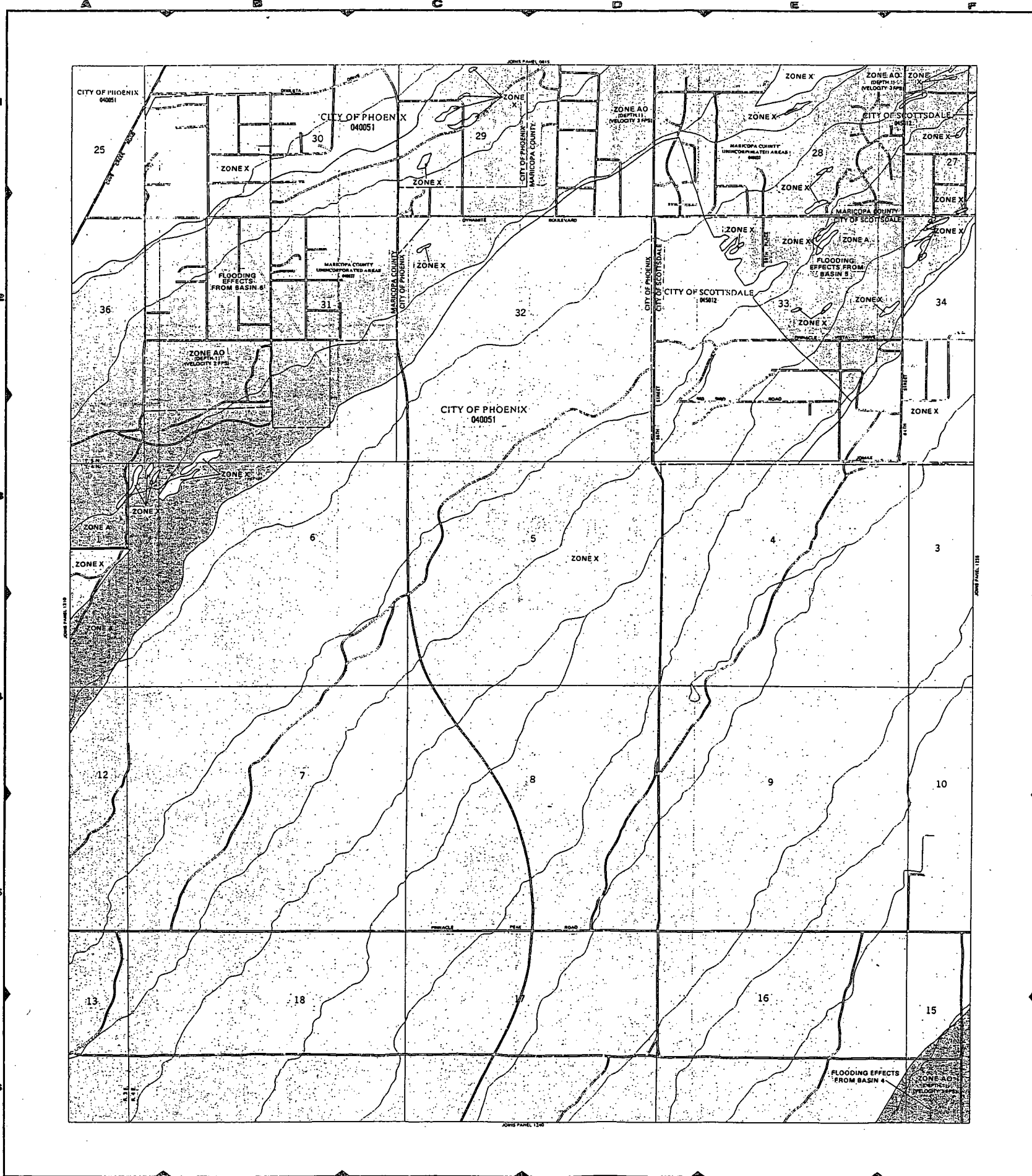
図 3-4 扇状地氾濫モデル

‘FAN’プログラムの解は、100年確率洪水位が $n+0.5$ フィート、100年確率洪水流速が $n+0.5$ フィート/秒 (n は整数) の範囲で得られる。

このプログラムの出力で示されるほかのデータは、さらに複雑な境界条件 (堀込河道や流れに対する障壁等) 下で、洪水危険地区の境界の決定に用いることができる。

しかし、現場の条件によってプログラムが利用できない場合には、現場の条件、その条件によってプログラムが使用できない理由、および代替案を調査技術者が記載する必要がある。

次ページに、AO 地区及び X 地区を示した FIRM を示す。



LEGEND

SPECIAL FLOOD HAZARD AREAS UNDATED BY 100-YEAR FLOOD

- ZONE A** Areas of 1 to 2 feet (usually areas of low-lying land) with flood elevations determined.
- ZONE AE** Areas of 1 to 2 feet (usually areas of low-lying land) with flood elevations determined.
- ZONE AS** Flood depths of 1 to 2 feet (usually areas of low-lying land) with flood elevations determined. For areas of low-lying land, flood depths of 1 to 2 feet (usually areas of low-lying land) with flood elevations determined.
- ZONE ASB** Flood depths of 1 to 2 feet (usually areas of low-lying land) with flood elevations determined. For areas of low-lying land, flood depths of 1 to 2 feet (usually areas of low-lying land) with flood elevations determined.
- ZONE ASR** To be removed from Flood Hazard Areas. Flood elevations were determined on the basis of a study of the area.
- ZONE V** Coastal flood with velocity hazard (wave action).
- ZONE VE** Coastal flood with velocity hazard (wave action) and flood elevation determined.

FLOODWAY AREAS IN ZONE AE

OTHER FLOOD AREAS

- ZONE X** Areas of 100-year flood depth of 1 to 2 feet (usually areas of low-lying land) with flood elevations determined. For areas of low-lying land, flood depths of 1 to 2 feet (usually areas of low-lying land) with flood elevations determined.
- ZONE D** Areas in which flood hazard is determined.

OTHER AREAS

- ZONE C** Areas determined to be outside 100-year flood plain.
- ZONE E** Areas in which flood hazard is determined.

Legend Symbols:

- Flood Boundary
- Floodway Boundary
- Zone Boundary
- Boundary (Including Special Flood Hazard Areas, and Boundary (Including Areas of Different Flood Hazard Elevations Within Special Flood Hazard Areas)
- Base Flood Elevation Line; Elevation in Feet
- Cross Section Line
- Base Flood Elevation in Feet Where Unknown Within Zone
- Elevation Reference Mark

NOTES

This map is for use in determining the National Flood Insurance Program. It does not necessarily identify all areas subject to flooding, including areas of low-lying land, or all areas subject to flood hazard. Special Flood Hazard Areas.

Areas of Special Flood Hazard (100-year flood) include Zones A, AE, AS, ASB, ASR, V, VE, X, and D.

Certain areas within Special Flood Hazard Areas may be protected by flood control structures.

Base flood elevations were determined at cross sections and intermediate sections. The boundaries were based on the elevation, consideration was made in accordance with the Federal Emergency Management Agency.

Floodway symbols are shown only to the narrow to show to width. Floodway widths are provided in any Flood Insurance Study Report.

Certain base flood elevations apply only to the structure.

Certain flood elevations are shown at the base of the map. The user should consult appropriate community officials to determine a correct or best base flood elevation for the area of the map.

For community map revision history, see the community map, see Section 5.0 of the Flood Insurance Study Report.

For obtaining map sheets see separately printed Map Index.

MAP REPOSITORY

Refer to Repository Listing on Inside Map.

EFFECTIVE DATE OF COUNTYWIDE FLOOD INSURANCE RATE MAP: JUNE 14, 1988

EFFECTIVE DATE (S) OF REVISION (S) TO THIS PANEL:

Revised (REVISION) 2, 1988 to change base flood elevations, to add base flood elevations, to add special flood hazard areas, to change special flood hazard areas, to change zone boundaries, to revise map labels, to add roads and road names, to reflect updated topographic information, and to incorporate previously shown labels of map revision.

To determine if flood insurance is available, contact an insurance agent or call the National Flood Insurance Program at (800) 634-6226.

APPROXIMATE SCALE IN FEET

1000 0 1000

NATIONAL FLOOD INSURANCE PROGRAM

FIRM

FLOOD INSURANCE RATE MAP

MARICOPA COUNTY, ARIZONA AND INCORPORATED AREAS

PANEL 1230 OF 4350

COUNTY	NUMBER	PANEL	DATE
MARICOPA COUNTY, UNINCORPORATED AREAS	040051	1230	E
PHOENIX, CITY OF	040051	1230	E
SCOTTSDALE, CITY OF	040051	1230	E

MAP NUMBER
04013C1230E

MAP REVISED:
DECEMBER 3, 1993

Federal Emergency Management Agency

4. ゾーン区分の変遷

洪水保険料率マップ表示内容は時代とともに変化してきている。ここでは、ゾーン区分の変遷について述べる。

(1)洪水保険料率マップ導入以前：洪水危険境界マップ(1968～1973)

洪水保険料率マップ導入以前は、洪水危険境界マップ(Flood Boundary and Floodway Map)が作成されていた。このマップでは、100年確率洪水および500年確率洪水の想定浸水範囲を基準として下記の3通りの区分で表示されていた。

- .100年確率氾濫原境界線内の地域
：特別洪水危険区域 (Special Flood Hazard Areas)
- .100年と500年確率氾濫原境界線の間地域
：中位洪水危険区域 (Areas of Moderate Flood Hazard)
- .500年確率氾濫原の地域
：最小洪水危険区域 (Areas of Minimal Flood Hazard)

(2)洪水保険料率マップ導入後(1973以降)

その後、1973年に洪水保険料率マップが導入された。導入当初は表 4-1 に示した100年確率洪水での浸水範囲(現行のAEおよびVEゾーン)は、それぞれA1～A30、V1～V30という形で分類されていた。以下ではこの分類についてくわしく記す。

表 4-1 ゾーン区分の変遷

洪水料率マップ FIRM			洪水危険境界マップ
現行のゾーン区分	改正前のゾーン区分		
Zone	Zone	定義	定義
A	A	—	100年確率洪水での氾濫域
AE	A1～A30	100年確率の洪水で浸水が予想される範囲。FIRMには、浸水深およびFHFが表示される。FHFはBFEと10年確率洪水水位との差から決定される。ゾーン分割は0.5フィートの水位差ごとに分割される。	
AO	AO	—	
AH	AH	—	
A99	A99	—	
AR	—	かつては存在しなかった	
X	B	100年～500年確率の洪水で浸水が予想される範囲	100～500年確率洪水で浸水する範囲
	C	500年確率の洪水で浸水が予想される範囲	500年確率洪水で浸水しない範囲
V	V	—	不明
VE	V1～V30	100年確率の洪水で浸水が予想される範囲。FIRMには、浸水深およびFHFが表示される。FHFはBFEと10年確率洪水水位との差から決定される。ゾーン分割は0.5フィートの水位差ごとに分割される。	
D	D	—	

1)ゾーン A1～A30 設定の流れ

ゾーン A1～A30 の設定は、下記のフローチャートに従い行われていた。

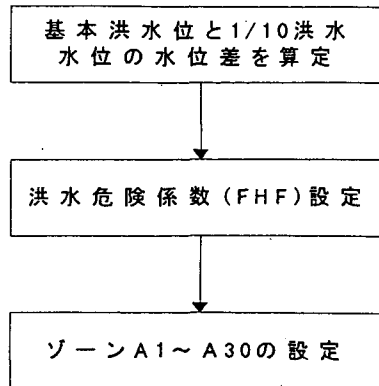


図 4-1 ゾーン A1～A30 設定の流れ

2)洪水危険係数

洪水危険係数 (Flood Hazard Factors : FHF) は、10 年確率洪水と 100 年確率洪水との水位差より設定される値で、特別洪水危険区域 (SFHA) を危険度に応じて細分化するために用いられていた。

洪水危険係数 FHF が基本洪水水位 BFE と 10 年確率洪水の水位差より決定されたのは、この二つの水位を用いることで洪水地帯での洪水頻度と浸水深の両方の情報が得られるためである。この水位差が大きくなるほど浸水深は深くなり、したがって中規模洪水から生じる被害が増加することが表現される。

洪水頻度係数 FHF の値は、次のようにして設定される。

- ①1/10 洪水水位と BFE との水位差を計算する (単位は ft)
- ②水位差を 0.5 フィート単位で近似(四捨五入)する。但し、水位差が 10 フィート以上の場合には 1.0 フィート単位で行う
- ③近似した値より洪水危険係数を設定する。具体的な値は表 4-2 に示したとおりである。

表 4-2 FHF の具体例

1/10 洪水と BFE との水位差 (ft)	洪水危険係数 FHF	FIRMでのゾーン
0.7	005	A1
1.4	015	A3
5.0	050	A10

表 4-3 水理解析モデルの誤差

1/10 洪水と BFE との水位差 (ft)	変動量 (ft)
2 以下	0.5
2～7	1.0

これにより、ほぼすべてのコミュニティに対し相応しい数の分類 (1～30) に危険区分を当

てはめることができる。水位差を近似するのは、水理解析モデルの精度のためであった。

3)ゾーン A1～A30 の設定

ゾーン A1～A30 の設定は、表 4-2 に示した洪水危険係数の値を 5 で割った値を用いて設定する(A20～A30 を除く)。これは、1/10 洪水水位と BFE の水位差より 0.5 フィート単位で設定されていることを示している。

4)ゾーン AE に統合した背景

1988 年に NFIP は、100 年確率洪水での浸水範囲をゾーン AE に統一した。

これは次の目的のために行われた。

- ・洪水保険料率マップの作成を簡単にするため
- ・NFIP の費用効果を維持するため

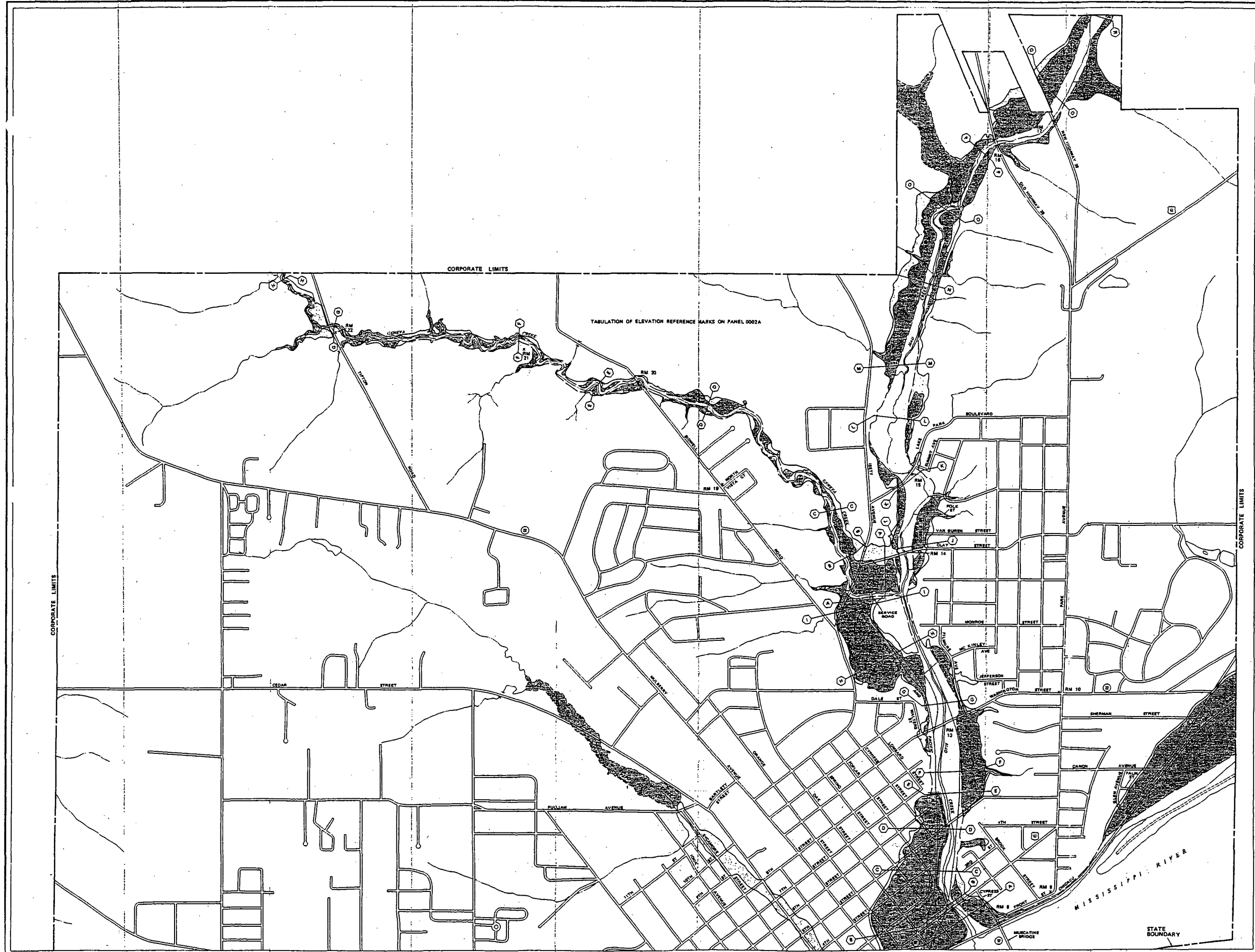
現実的には、精度の高い区分をするためには 30 に区分されたゾーンではコストがかかりすぎることに、細分化してもあまり保険料率に差がでなかったことから、AE ゾーンに統合された。

5)洪水保険料率マップの具体例

次項以降にアイオワ州マスカティーン市における洪水保険料率マップを示す。

ここでは、特に洪水保険料率マップの変遷を理解するため、下記のマップを表示する。

- ①洪水危険境界マップ (Flood Boundary and Floodway Map)
- ②洪水保険料率マップ (Flood Insurance Rate Map)



KEY TO MAP

- 100-Year Flood Boundary
- 50-Year Flood Boundary
- 25-Year Flood Boundary
- FLOODWAY FRINGE
- Approximate 100-Year Flood Boundary
- City Section Line
- Elevation Reference Mark
- River Mile

NOTES: Boundaries of the floodways were computed in cross section and interpolated between cross sections. The boundaries were based on hydraulic computations without regard to economic, legal or political factors.

Special cultural features have been omitted from areas outside 500-year flood boundaries.

For additional map panels, see immediately preceding index to this map.

APPROXIMATE SCALE
0 100 200 FEET

NATIONAL FLOOD INSURANCE PROGRAM

FLOOD BOUNDARY AND FLOODWAY MAP
CITY OF MUSCATINE, IOWA
 MUSCATINE COUNTY

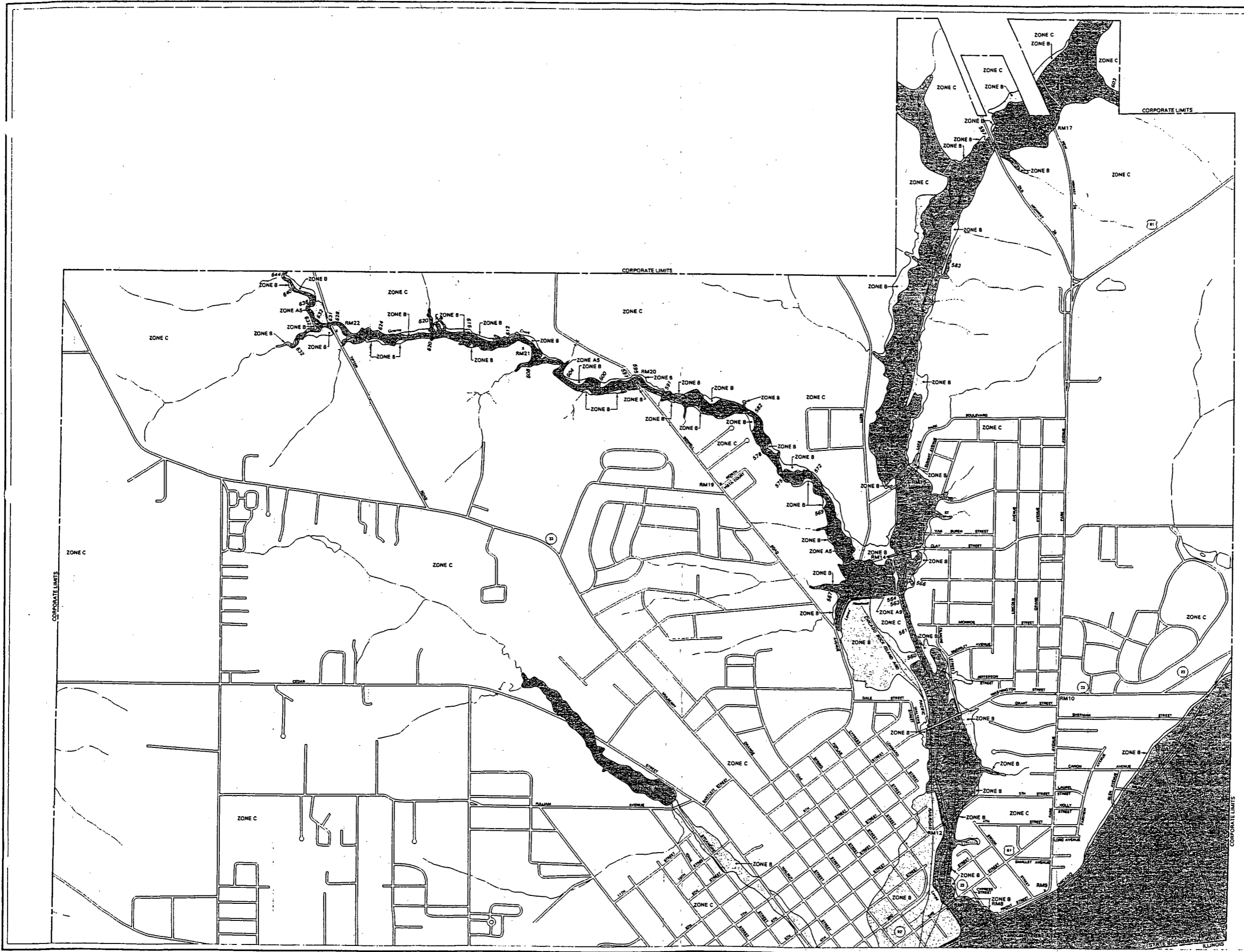
COMMUNITY PANEL NUMBER
 190213-0001A

PAGE 1 OF 3

EFFECTIVE
 JANUARY 5, 1978

EXHIBIT 3

U.S. DEPARTMENT OF HOUSING
 AND URBAN DEVELOPMENT
 FEDERAL INSURANCE ADMINISTRATION



KEY TO MAP

- 100-Year Flood Boundary
- 100-Year Flood Boundary
- Zone Designation
- 100-Year Flood Boundary
- 500-Year Flood Boundary
- Base Flood Elevation Line With Elevation in Feet**
- Base Flood Elevation in Feet Where Uniform Within Zone**
- Elevation Reference Mark
- Other Marks

**Referenced to the National Geodetic Vertical Datum of 1929

***EXPLANATION OF ZONE DESIGNATIONS**

ZONE	EXPLANATION
A	Area of 100-year flood; base flood elevations and flood hazard factors not determined.
AD	Area of 100-year shallow flooding where depths are between one (1) and three (3) feet; average heights of inundation are shown, but no flood hazard factors are determined.
AH	Area of 100-year shallow flooding where depths are between one (1) and three (3) feet; base flood elevations are shown, but no flood hazard factors are determined.
A1-A30	Area of 100-year flood; base flood elevations and flood hazard factors determined.
AD	Area of 100-year flood to be associated by flood protection system (sewer, construction) has flood elevations and flood hazard factors not determined.
B	Area between limits of the 100-year flood and 500-year flood; or certain areas subject to 100-year flooding with average depth less than one (1) foot or where the contributing drainage area is less than one square mile; or areas protected by levees from the base flood. (Minimum shading)
C	Area of minimal flooding. (No shading)
D	Area of unassessable, but possible, flood hazards.
V	Area of 100-year coastal flood with velocity (wave action); base flood elevations and flood hazard factors not determined.
V1-V20	Area of 100-year coastal flood with velocity (wave action); base flood elevations and flood hazard factors determined.

NOTES TO USER

Certain areas not on the general flood hazard map (zones A and V) may be protected by flood control structures.

This map is for flood insurance purposes only; it does not necessarily show all areas subject to flooding in the community or all planning/development specific flood hazard areas.

For additional map panels, see separately printed Index To Map Panels.

For description of elevation reference marks, see panel 190213 0001.

INITIAL IDENTIFICATION:
FEBRUARY 1, 1974


FLOOD HAZARD BOUNDARY MAP REVISIONS:

FLOOD INSURANCE RATE MAP EFFECTIVE:
JULY 6, 1979

FLOOD INSURANCE RATE MAP REVISIONS:
AUGUST 25, 1981 to add new Flood Hazard Areas, or Revised Special Flood Hazard Areas, to change Zone Designations, change Base Flood Elevations, to change Zone Boundary Line Designation, to add V Level, and to add Sewer Areas.

Refer to the **FLOOD INSURANCE RATE MAP EFFECTIVE** date shown on this map to determine what actuarial rates apply to structures in the zone where elevations or depths have been established.

To determine if flood insurance is available in this community, contact your insurance agent, or call the National Flood Insurance Program at (800) 631-6470, or (502) 424-8871.



APPROXIMATE SCALE
1" = 100 FEET

NATIONAL FLOOD INSURANCE PROGRAM


FIRM
FLOOD INSURANCE RATE MAP

CITY OF MUSCATINE, IOWA
MUSCATINE COUNTY

PANEL 1 OF 3
SEE MAP INDEX FOR PANELS NOT PRINTED

COMMUNITY-PANEL NUMBER
190213 0001 B

MAP REVISED:
AUGUST 25, 1981

 Federal emergency management agency
Federal insurance administration

5. 洪水保険料率マップの算定事例

洪水保険制度に参加を考えている自治体は、洪水保険料率マップを作成するにあたり、基本洪水位の算定手法や、洪水保険料率マップの作成手法を記した報告書を、参考資料に掲載したような事例の様式に従って取りまとめる必要がある。表 5-1 はその報告書の目次である。

表 5-1 Flood Insurance Study の目次構成

1	はじめに
1.1	調査の目的
1.2	調査までの経緯
1.3	謝辞
2	調査地区の概要
2.1	調査地区の位置
2.2	地域の概要(人口、地形、産業、自然環境など)
2.3	洪水の主な原因
2.4	洪水防御施設
3	技術手法
3.1	水文解析
3.2	水理解析
4	氾濫原管理の手法
4.1	浸水境界線 (Flood Boundaries) の設定
4.2	主流路 (Floodway) の設定
5	洪水保険への適用
5.1	水位区分の設定
5.2	洪水危険係数 (Flood Hazard Factors) の設定
5.3	洪水保険ゾーンの設定
5.4	洪水保険料率マップの作成
5.5	家屋数の算定
6	その他の調査事例
7	引用データ
8	引用文献

ここでは、Iowa 州 Mascatine 郡の報告書をもとに、主に基本洪水位の算定手法について要約した。

(1) 検討対象地域の概要

検討対象地区の Mascatine 群は Iowa 州西部のミシシッピ川沿いに位置しており、西部の中心都市である Davenport 市から 20 マイル下流に存在する。

(2) 基本洪水位算定のプロセス

1) 確率流量の算定

i) ミシシッピ川

ミシシッピ川の Mascatine 群上流側には 12 箇所の流量観測点が存在する。このうちのいくつかの観測所は 100 年以上の観測データが存在することから、これらの観測データより各洪水観測所別に対数ピアソン III 型分布を用いて確率流量分布図を作成する。これより 10 年、50 年、

100年、500年確率流量を算定した。

ここで得られた確率流量と流量観測点の集水面積から P6 で示した流量－流域面積法を用いて集水面積－流量グラフを作成した。このグラフから Mascatine 郡地点の確率流量を決定する。

ii) 支川

支川の確率流量は陸軍工兵隊によって行われた Mascatine 郡周辺に存在するミシシッピ川支川の34地点を対象としたピーク流量解析結果をもとに、流量－流域面積法を用いて確率流量を算定した。

2) 100年確率洪水水位の算定

i) ミシシッピ川

ミシシッピ川本川の洪水水位は陸軍工兵隊によって計算されているものを用いた。その計算手法、条件については、この報告書では述べられていない。

ii) 支川

a) 詳細法による検討範囲

支川の水位は HEC-2 コンピュータプログラムを用い、不等流計算によって算定した。計算に用いる横断データは現地測量断面を使用し、氾濫河道を横断する橋梁およびカルバートについては、標高および形状を整理した。粗度係数は、河道内： $n=0.035\sim 0.040$ 、氾濫原： $n=0.060$ と設定した。

計算の出発水位はミシシッピ川の10年確率洪水の不等流計算水位を使用している。出発水位を10年確率水位に固定しているのは、本川の洪水が主に融雪洪水であることから、本川と支川の流出ピークに関連性がないものと仮定しているためである。

b) 単純法による検討範囲

Mad Creek の西支川および Papoose Creek の上流部では単純法による検討が行われている。ここでは、河道横断データを地形図の読みとりから作成し、この断面に対して等流計算を行い水位算定している。

6. 洪水保険料率の算定手法

6.1 洪水保険料率の概要

ここでは、「Actuarial Rate Review, November 2001」に基づいて保険料率の設定方法について述べる。

(1) 保険料率の種類

NFIP での洪水保険料率は、大きく分けて以下の2通りに分類される。

- ・ 保険数理理論から設定される保険料率：Actuarial Rate
- ・ 補助料率：Subsidized Rate

保険数理理論から設定される保険料率は、NFIP で一般的に用いられている料率で、洪水リスクを保険料率に反映させている。次節以降でその保険料率設定手法について詳しく述べる。

一方、補助料率は、1973年に洪水災害防御法が導入される前（すなわち、FIRM 導入前）に建てられた建造物や、現行 FIRM で AR、A99 地区に相当する箇所適用される料率である。これらの地区は、洪水災害防御法の摘要除外地区となっており、その料率は保険数理理論から算定される料率の35%～40%となっており、低く押さえられている。

1973年に洪水災害防御法が施行された際、当時の連邦保険局 FIA は洪水保険への加入拡大のインセンティブとして、保険料率に多額の政府補助、すなわち補助料率の導入を行った。その結果、1981年時点では保険契約証書が200万に達し、加入者が飛躍的に増加した。

2002年度時点での保険料率算定方法の割合は、保険数理理論によるものが71%、補助料率によるものが29%（FIRM作成以前の契約が26%、その他が3%）となっている。

(2) 保険料率設定の考え方

洪水保険料率、年平均被害額（Historical Average Loss Year）に対する支払いが最低限可能となるように料率が設定される。そのため、カテゴリーフィックな災害に対応できるような料率とはなっていない。

過去1979,1983,1989,1992,1993,1995年に大きな損失が発生したが、そのほかにはカテゴリーフィックな災害は発生していないため、現在の年平均被害額は当初予想されていた被害額と較べて小さなものとなっている。

FIAの見積もりでは、カテゴリーフィックな災害に対応できる保険料率とするには、補助料率については現行料率の2～3倍、全体では現行料率50%～100%増しとする必要があるとしている。

6.2 洪水保険料率マップ（FIRM）完成後に建設された構造物に対する保険料率設定の考え方

(1) 洪水リスクを勘案した保険料率設定の考え方

FIRM完成後に新規に建設された構造物に対する洪水保険料率は、下記の観点 considering して算定される（表6-1）。

表 6-1 洪水リスクを考慮した保険料率設定のための留意事項

料率設定の観点	評価内容
FIRMでのゾーン区分	洪水危険度
基本洪水位と建築物の地盤高との差	洪水の発生頻度（水位－頻度関係）
建築物の構造	構造型式によるダメージ（水深－被害関係）

1) 年平均期待被害額

水位－洪水発生頻度関係と水深－被害率関係がわかれば、ある範囲の洪水確率とそれに伴う財産および備品の被害の総計を算出することができる。すなわち、洪水の生起確率と予想被害率を乗じ、これらの乗算結果を合計することで、洪水による財産価額の年平均期待被害率が得られ、これより\$100あたりの期待損失額に換算することができる。

この年平均期待被害率は保険料率設定の基本要素となる。iを1フィート以下の刻みとしてこれを数学的に表現すると、保険料率設定の基本概念は次のようになる。

$$Rate = \sum_m^M (PELV_i * DELV_i)$$

数式 1

ここで、

PELV_i : ある年に水位が BFE を基準として i フィート以上となる確率

DELV_i : 水位 i フィートの洪水による構造物の財産価額被害率

- m : 洪水が構造物の最下の床に達するときの水位である。
M : 構造物の被害額が最大となる洪水水位。それ以上の水位となる洪水の発生頻度は極めて少ない

以降に数式 1 に記された PELV 値および DELV 値についてその内容を説明する。

2)洪水の発生頻度を表すパラメータ：PELV 値 (probability of elevation)

洪水リスクを評価した料率モデルを適用するためには、基本洪水位を基準としてさまざまな規模の洪水の発生確率を評価することが重要となる。FIA ではこれを水位確率 (probability of elevation : PELV) と呼んでいる。

FIRM のどの地域でも、水位が基本洪水位に達する可能性が 1%ある。しかし、水位が BFE よりも 1 フィート高くなるか、または低くなるかは地区によって異なる。例えば、FIA は A10 地区では、水位が BFE よりも 1 フィート以上低くなる確率は年 1.6%であり、洪水が BFE よりも 1 フィート以上高くなる確率は年 0.6%であると指摘している。

3)建物の被害率と水深の関係を表すパラメータ：DELV 値 (damage by elevation)

洪水リスクを評価した料率モデルを適用するためには、洪水が発生したときの構造物の被害の推定値を算出する必要がある。

FIA は水位と構造物の浸水深との関係から、水深 - 被害率関係、すなわち水位別被害 (damage by elevation : DELV) と呼ばれるデータをもっており、これから構造物の被害額の割合が推定できる。DELV 値は、構造物の浸水深 1 フィート刻みで表示され、ある水位で想定される構造物の平均被害率を表している。

例えば、1987 年では、AE 地帯にある 1 階建て地下室なしの家屋では、浸水深が 2 フィートで 21%、浸水深が 4 フィートで 29%の被害率と算定されていた。

(2)現実の保険料率設定に関わる事項

数式 1 に示した保険料率計算式は完全なものではない。数学的により完全な計算式は次のようになる。

$$\text{Rate} = \left[\sum_m^M (\text{PELV}_i * \text{DELV}_i) \right] \times \frac{\text{LADJ} \times \text{DED} \times \text{UINS}}{\text{EXLOSS}} \quad \text{数式 2}$$

- ここで、
LADJ : 損害査定費用係数 (Loss Adjustment Factor)
DED : 免責額相殺率 (Deductible Offset)
UINS : 部分保険係数 (Underinsurance Factor)
EXLOSS : 費用項目 (Expense Items)

この式では、年平均期待被害率を修正する上で、あるいは追加費用項目を料率に盛り込む上で重要ないくつかの問題または影響を考慮するために、変数が追加されている。

ここでは、これらの追加変数について説明する。

1) 損害査定費用係数 (Loss Adjustment Factor : LADJ)

保険料率には、保険金請求および損害査定に伴う費用として約 4.2%の「付加保険料」が加わり、これにより料率は上方調整される。これは、数理計算式の中の損害査定費用係数 (Loss Adjustment Factor : LADJ) と呼ばれる。

LADJ 係数は、前年までのこれらの作業に関する実経費データから設定され、1993 年での 4.2%から経時的に変化している。

2) 免責額相殺率 (Deductible Offset : DED)

現在の洪水保険制度での免責額は、一部の例外を除いて 500 ドルとなっている。この免責額に相当する分は補償されないことから、免責額に相当する部分の保険料率を下方調整する必要がある。そのため、FIA は 1993 年に 500 ドルであった免責額を料率計算式に組み込むための係数に換算する計算式を導入した。

この計算式は、免責額と損失の減少率に関する実績データに基づいており、現在の有効保険証券とインフレに応じて必要な調整が加えられる。

現在の免責額係数は、1~4 世帯用の構造物では約 0.95 であり、これは 500 ドルの免責額のために、保険額 100 ドルあたりの保険料率は約 5%減額されることを意味している。

3) 部分保険係数 (Underinsurance Factor : UINS)

料率算定における基本関係 ($PELV * DELV$) は、すべての保険証券は家屋資産総てを補償した保険であるとの仮定の上に成立している。これは、総ての保険証券は財産の全価額を填補するものと想定している。

しかし、保険加入の実態を見ると部分保険での加入が多く、そのため保険金請求は高頻度かつ低被害の災害に対してなされることが多く、その結果、保険料 100 ドルあたりのリスクが大きくなる。よって、部分保険では、100 ドルあたりの保険料率を全部保険の場合よりも高くする必要はある。

部分保険 (Underinsurance Factor : UINS) 係数は、部分保険の加入状況に応じて保険料率を調整するものである。UINS 係数は、実績データと 1978 年以降の保険請求データより FIRM での区分および構造物のタイプ別に設定される。UINS 係数の決定にあたっては、近年の実績が重視される。FIA の担当官によれば、現在保険料率は部分保険があるため、約 20%程度上方調整されているとのことである。

4) 費用項目 (Expense Items : EXLOSS)

費用項目 EXLOSS は、保険代理人手数料や特定の証券販売費用 (たとえば不測の危険に対する偶発費用等) といった特定の経費を考慮して付加保険料を加えるための係数である。

1992 年当時の EXLOSS 係数は AE 地域では 0.74 であり、保険料率は EXLOSS の予測値によって 30%以上割増しされる。EXLOSS に割り振られる費用は、部分的には購入する保険金額およびその保険の価格 (すなわち料率) と関係づけられる費用である。

5) その他の保険料率割増要素

米国の洪水保険の料率は、ある保険の補償金額 (Basic Limits) を境にして保険料率が変化する。図 6-1 に示すように、保険金額が Basic Limits 以下のときの保険料率を基本保険料率 (Basic Limits Rates)、それ以上の保険料率を追加保険料率 (Additional Rates) という。

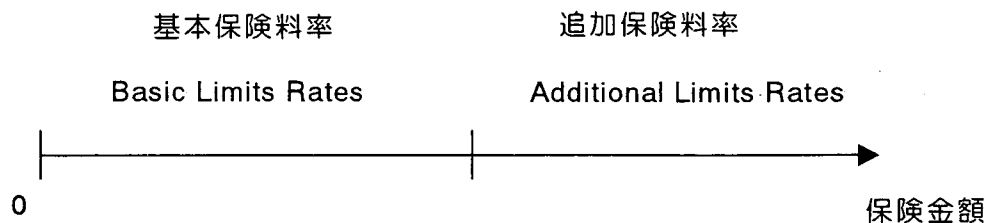


図 6-1 保険料率区分

基本保険料率は、例えば 1 世帯用の家屋を購入した場合には、保険金額の最初の 45,000 ドルに適用される。担保範囲が 45,000 ドルを超える保険を購入すると、この額を超える担保範囲について追加保険限度額に対する料率が適用される。なお、限度額を 45,000 ドルとしたのは、過去の保険料収入と支払いの関係から最適と判断されたためである。

購入した保険の金額によって料率が異なるのは、担保範囲の最初の数千ドルに対する請求の方が多いと思われるからである。したがって、基本保険料率は追加保険料率よりもかなり高くする必要がある。なお、洪水保険導入当初はこのような料率の変化は考慮されず、単一の料率で運営されていた。

基本保険料率と追加保険料率の算出には上述の数式 2 を用いるが、部分保険に関する考慮事項の扱いについていくつかの違いがある。また、数式 2 で導かれる追加保険料率は基本保険料率よりもかなり低くなっているが、これはカストロフィックな洪水の生起確率が低いことから期待被害額が小さくなるためである。

6.3 氾濫区域ごとの洪水保険料率設定の考え方

ここでは洪水保険料率の例を示し、洪水リスクを考慮したモデルによって実際の洪水保険料率に生じる相違点を記す。

(1) A1~A30、AE 地区

特別洪水危険区域 (Special Flood Hazard Areas) に存在する FIRM 完成後の建造物の大半は、現在は AE 地帯と呼ばれる区域に存在する。

かつては、A 地区は A1~A30 の 30 区域に分割されており、それぞれ異なる料率が課されていた。しかし、これらの地区の料率差は FIRM 完成後の財産についてはわずかだったため、現在は A1~A30 を一括して料率設定し、AE 地区に統合された。

AE 地区の保険料率は、建造物の特長に応じて細かく設定されている。表 6-2 に、AE 地区の 1 階建ての 1 世帯用建造物 (地下室なし) の料率を示した。さらに、表には、備品保険分の料率 (一般にこの方が高い) と対比させて建物保険分の料率も示す。表には、45,000 ドルまでの基本保険限度額に対する料率と 45,000 ドルを超える分の追加保険限度額に対する料率を示す。

表 6-2 AE 地区における 1 階建ての 1 世帯用建物（地下室なし）の保険料率(\$100 当り)

地盤高と基本洪水位との水位差(ft)	基本保険限度額まで	追加保険限度額
+3	0.14	0.06
+2	0.16	0.06
+1	0.21	0.06
0	0.33	0.06
-1	0.86	0.06

(2)V1～V30、VE 地区

VE 地区は風と波の作用を受ける沿岸域が含まれ、この地区にある FIRM 完成後の構造物は全体の 2%に満たない。

表 6-3 は、V 地区における、NFIP の現行建築基準を満たす建物に対する料率を示した。V 地区では、A 地区のような基本保険限度額に対する料率と追加保険限度額に対する料率ではなく、構造物の再調達原価を基準として保険契約者が購入した部分保険の補償額の程度に応じて 3 種類の料率が設定されている。

FIA は料率が高いため、部分保険を選ぶ傾向が強い V 地区についてはこの評価手法を採用している。これによると、購入する保険の担保範囲が大きいほど料率が低くなるので、全体保険加入に対するインセンティブとなる。この表から、V 地区の料率が A 地区に比べてかなり高いことがわかる。

表 6-3 V 地区の洪水保険料率

地盤高と基本洪水位との水位差(ft)	建築物の再調達価格に対する保険金額の割合		
	75%以上	50～74%	50%以下
+4	0.36	0.48	0.7
+3	0.41	0.56	0.8
+2	0.53	0.71	1.0
+1	0.71	0.96	1.3
0	0.93	1.25	1.6
-1	1.23	1.63	2.1

(3)100 年確率洪水氾濫原の外側（B、C および X 区域）

100 年確率洪水氾濫原、すなわち特別洪水危険区域（Special Flood Hazard Areas）の外側に存在する資産の大半は X 区域に存在する。

X 区域の料率について他との大きな違いの一つは、水文学的モデルを用いて設定されたものではない点である。これらの区域では基本洪水位が定義されていないので、保険料率は建物タイプのみ依存し、地盤高による違いについては区域全体で同一の料率となっている。表 6-4 は、X 区域にある 1 世帯用建物（地下室なし）の保険料率の例である。

表 6-4 X区域での保険額\$100あたりの保険料率例（1世帯、地下室なし）

基本保険限度額まで	追加保険限度額
\$0.25	\$0.07

(4)洪水保険料率の具体事例

表 6-5 に戸建て住宅に対して 10 万ドルの補償を得るために必要となる標準的な年間保険料率例を示す。

また表 6-6 に FIRM 作成後の詳細な料率表を示す。ここでは、建物／家財、基本限度料率／追加料率、建造物の規模別に料率が整理されている。

これらの保険料率によると、\$100 のあたりの料率が\$0.3～\$2.4 となっており、日本円で換算すると（ここでは 1\$=¥100 と換算）、千円当たり 3～24 円となり、後述する日本の総合保険での水害分の保険料率に比べ 10 倍以上高いものとなっていることがわかる。

表 6-5 Premium Examples For A \$100,000 Single Family Home

Pre/Post FIRM	Zone	Other Rating Factors	Premium
Pre-FIRM	Zone V1-30, VE	No Enclosure	\$885.00
		With Enclosure	\$1,165.00
Post-FIRM	Zone V1-30, VE Built between 1975-1981	One Floor No Basement/Enclosure at BFE	\$ 920.00
		One Floor No Enclosure 1 Foot below BFE	\$ 2,385.00
Post-FIRM	Zone V1-30, VE Built 10/1/81 & After	Elevated Floor at BFE Free of Obstruction Replacement Cost 75%	\$1,130.00
		Elevated Floor at BFE With Obstruction <300 sq. ft. Replacement Cost 75%	\$1,500.00
Pre-FIRM	Zone A1-30, AE, AO, AH	No Basement	\$610.00
		With Basement	\$705.00
Post-FIRM	Zone A1-30, AE	One Floor No Basement at BFE	\$461.00
		One Floor No Basement 1 foot above BFE	\$321.00
		One Floor No Basement 1 foot below BFE	\$1,371.00
Pre/Post-FIRM	Zone B, C, X, A99	No Basement	\$ 376.00
		With Basement	\$ 451.00

出典：FEMA のホームページより

表 6-6 FIRM 作成後の建築物に対する保険料率(\$100 当たり)

TABLE 3B. REGULAR PROGRAM -- POST-FIRM CONSTRUCTION RATES
ANNUAL RATES PER \$100 OF COVERAGE
(Basic/Additional)

FIRM ZONES AE, A1-A30 -- BUILDING RATES

Elevation of Lowest Floor Above or Below BFE ¹	One Floor, No Basement/Encl		More than One Floor, No Basement/Encl		More than One Floor, With Basement/Encl		Manufactured (Mobile) Home	
	1-4 Family	Other Residential & Non-Residential	1-4 Family	Other Residential & Non-Residential	1-4 Family	Other Residential & Non-Residential	Single Family	Non-Residential
+4	.16 / .08	.16 / .08	.16 / .08	.16 / .08	.16 / .08	.16 / .08	.16 / .08	.16 / .08
+3	.16 / .08	.16 / .08	.16 / .08	.16 / .08	.16 / .08	.16 / .08	.17 / .08	.18 / .08
+2	.22 / .08	.22 / .08	.17 / .08	.17 / .08	.16 / .08	.16 / .08	.22 / .08	.21 / .08
+1	.43 / .08	.39 / .10	.27 / .08	.23 / .08	.17 / .08	.17 / .08	.47 / .09	.65 / .08
0	.74 / .08	.61 / .20	.55 / .08	.47 / .18	.37 / .08	.39 / .16	1.18 / .09	1.42 / .08
-1 ²	1.86 / .90	2.83 / 1.29	1.72 / .82	2.44 / .73	.91 / .47	1.06 / .66	***	***
-2	***	***	***	***	***	***	***	***

FIRM ZONES AE, A1-A30 -- CONTENTS RATES

Elevation of Lowest Floor Above or Below BFE ¹	Lowest Floor Only -- Above Ground Level (No Basement/Encl.)		Lowest Floor Above Ground Level & Higher Floors (No Basement/Encl.)		More than One Floor With Basement/Enclosure		Manufactured (Mobile) Home	
	Residential	Non-Residential	Residential	Non-Residential	Residential	Non-Residential	Single Family	Non-Residential
+4	.21 / .12	.18 / .12	.21 / .12	.18 / .12	.21 / .12	.18 / .12	.21 / .12	.18 / .12
+3	.21 / .12	.19 / .12	.21 / .12	.18 / .12	.21 / .12	.18 / .12	.21 / .12	.18 / .12
+2	.21 / .12	.25 / .12	.21 / .12	.20 / .12	.21 / .12	.18 / .12	.21 / .12	.27 / .14
+1	.42 / .12	.39 / .20	.24 / .12	.30 / .12	.21 / .12	.18 / .12	.35 / .12	.44 / .21
0	.90 / .12	.75 / .50	.55 / .12	.52 / .30	.23 / .12	.25 / .12	1.02 / .12	.87 / .67
-1 ²	2.66 / .86	2.00 / 1.40	1.56 / .61	1.33 / .66	.31 / .12	1.02 / .12	***	***
-2	***	***	***	***	***	***	***	***

FIRM ZONES AE, A1-A30 -- CONTENTS RATES

Elevation of Lowest Floor Above or Below BFE ¹	Above Ground Level More than One Full Floor			
	Single Family	2-4 Family	Other Residential	Non-Residential
+4		.18 / .12	.18 / .12	.18 / .12
+3		.18 / .12	.18 / .12	.18 / .12
+2		.18 / .12	.18 / .12	.18 / .12
+1		.18 / .12	.18 / .12	.18 / .12
0		.18 / .12	.18 / .12	.18 / .12
-1		.18 / .12	.18 / .12	.18 / .12
-2		.18 / .12	.20 / .12	.20 / .12

¹ If Lowest Floor is -1 because of attached garage, submit application for special consideration. Rate may be lower.

² Use Submit-for-Rate guidelines if the enclosure below the lowest elevated floor of an elevated building or if the crawl space (under-floor space) that has its interior floor 1 to 2 feet below grade on all sides, which is used for rating, is 1 or more feet below BFE.

*** SUBMIT FOR RATING

NOTE: The definition of Manufactured (Mobile) Home includes travel trailers.

7. 米国の洪水保険の現状

(1)洪水保険の加入率・加入者数

i)コミュニティについて

1999年9月現在、氾濫の危険があるコミュニティとして19,000以上がFEMAに特定されている。そのうち、95%以上がNFIPに加入している。

ii)個人について

洪水保険への個人の加入に関する情報を得ることは難しい。

但し、下記のことについてはある程度情報が得られている状況である。

- ・表7-1にあるとおり2000年9月現在、438万の保険証書が有効である。
- ・特別洪水危険区域(SFHA)内に存在する総ての建造物の50%以上に対して洪水保険がかけられていないといわれている。

洪水保険の加入がなかなか進まない理由としては、被災経験のない住民にとって今後発生するとも思えない洪水のために保険料を支払う意志がないことがあげられる。

2)洪水保険の運営

i)保険料収入及び支払額の推移

以下にNFIPホームページに示された洪水保険プログラム全体での保険料収入及び支払額の推移を示す。

表 7-1 NFIP の財務状況の推移

会計年度 Fiscal year Ending	補償額 Coverage	保険金支払額 Loss Dollars Paid	保険料 Premium	保険収支	支払件数 Losses Paid	保険証券数 Policies in force
Sep-78	\$38,826,340,000	\$144,042,315	\$87,031,252	-\$57,011,063	29,890	1,130,100
Sep-79	\$70,114,213,000	\$493,008,836	\$136,869,083	-\$356,139,753	71,652	1,788,126
Sep-80	\$93,962,605,000	\$219,449,804	\$155,271,780	-\$64,178,024	39,354	2,058,601
Sep-81	\$102,034,298,000	\$127,170,169	\$231,675,571	\$104,505,402	24,399	1,952,098
Sep-82	\$103,436,159,000	\$148,618,700	\$313,118,975	\$164,500,275	26,806	1,840,514
Sep-83	\$115,601,117,000	\$484,549,022	\$387,913,852	-\$96,635,170	57,432	1,961,547
Sep-84	\$121,444,094,000	\$242,600,803	\$412,106,533	\$169,505,730	27,542	1,912,426
Sep-85	\$133,887,985,000	\$206,214,919	\$432,032,431	\$225,817,512	26,741	1,949,827
Sep-86	\$150,942,534,000	\$280,733,903	\$490,867,108	\$210,133,205	24,471	2,077,717
Sep-87	\$161,453,248,000	\$130,397,209	\$551,794,235	\$421,397,026	16,141	2,089,667
Sep-88	\$171,867,209,000	\$61,220,128	\$568,630,635	\$507,410,507	8,667	2,120,097
Sep-89	\$256,291,966,000	\$608,847,765	\$620,458,816	\$11,611,051	31,626	2,245,430
Sep-90	\$210,005,287,000	\$186,334,357	\$655,460,565	\$469,126,208	16,708	2,415,883
Sep-91	\$219,587,003,000	\$217,290,773	\$707,955,730	\$490,664,957	19,575	2,501,638
Sep-92	\$231,386,220,000	\$527,356,189	\$777,031,608	\$249,675,419	30,851	2,577,728
Sep-93	\$258,457,750,000	\$1,004,523,352	\$857,257,174	-\$147,266,178	61,047	2,757,472
Sep-94	\$281,179,730,000	\$170,831,977	\$948,831,361	\$777,999,384	13,022	2,871,451
Sep-95	\$332,165,045,000	\$1,104,353,956	\$1,090,531,519	-\$13,822,437	59,017	3,369,447
Sep-96	\$385,300,750,000	\$1,090,606,379	\$1,215,102,981	\$124,496,602	52,824	3,586,768
Sep-97	\$428,762,579,000	\$683,520,585	\$1,399,297,049	\$715,776,464	41,753	3,889,598
Sep-98	\$491,028,843,000	\$689,071,293	\$1,615,105,025	\$926,033,732	52,990	4,182,868
Sep-99	\$519,429,732,000	\$822,758,563	\$1,681,636,532	\$858,877,969	38,160	4,253,567
Sep-00	\$562,978,947,000	\$215,848,369	\$1,730,995,703	\$1,515,147,334	20,972	4,383,266

出典： <http://www.fema.gov/nfip/statsfisc.htm>

ii)大規模災害時の支払いについて

NFIP は表 7-1 に示したとおり、一般的に安定した状態にあると考えられている。

しかし大規模災害が発生した場合等、NFIP の自己資金で保険金支払いができない場合には、連邦政府財務省より資金の借り入れを行うことができる。1997 年の NFIP の負債額は 9 億 1,700 万ドルであったが、2001 年 6 月までにこの負債は利息とともに返済された。また、1996 年より NFIP は連邦政府より年間最大 15 億ドルまで借り入れを行うことができるようになってきている（1995 年までは最大 10 億ドルであった）。

8. 日本の災害保険等の現状

日本における自然災害に対する保険制度の代表的なものとして

- ①民間損害保険会社による総合保険
- ②政府主導による地震保険が挙げられる。

ここではこれらに加えて、③農業共済制度について整理する。

8.1 洪水に関する保険

(1)保険制度の概要

我が国では、火災保険の一種である住宅総合保険（以降「総合保険」）や特約火災保険に加入していれば、水害による被害について保険金が支払われる。総合保険の加入は任意であるが、水害保険のみの契約や、水害保険を外した契約はできない仕組みになっている。損保協会のアンケート調査によると、火災保険の加入率 64.3%、うち総合保険の加入率は 71.8%となっており、この数字から水害に対する保険（総合保険）の加入率は 46.2%となる。

(2)保険制度の経緯

昭和 20 年代から 30 年代までに我が国を襲った巨大な台風は、人的にも財的にも多大な被害をもたらした社会問題化した。中でも昭和 34 年の伊勢湾台風は甚大な被害をもたらした。これを契機に昭和 36 年 11 月には、それまでの住宅総合保険に「台風・暴風雨・洪水・高潮の風水害」をその他のリスクと共にセットとすることにより家計分野の損害を経済的に軽減しようという保険制度の改善が行われた。

その後支払い内容の改善等が行われ現在に至っている。この制度の変化による総合保険の普及は、図 8-1 に示す保険会社の総合保険の収入をみても明らかのように高くなっている。

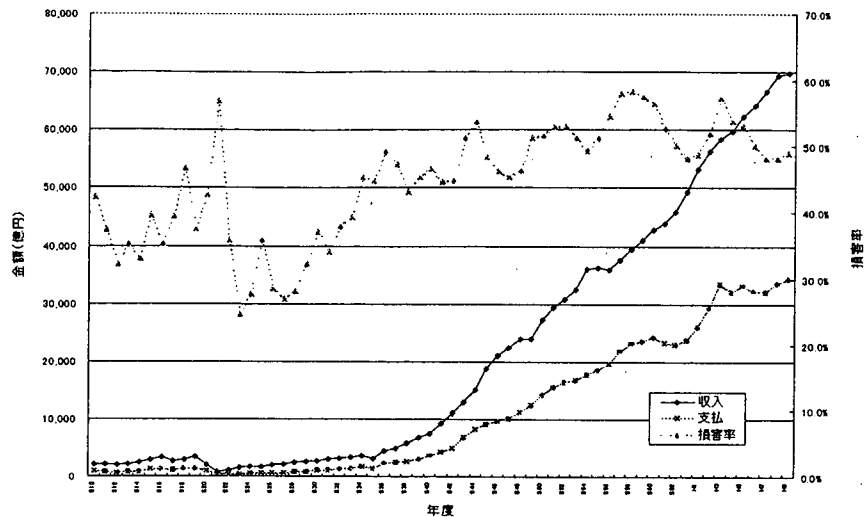


図 8-1 総合保険の収支と支払い
 (出典：雑誌 Insurance (平成 10 年度版))

(3)料率

総合保険の料率は、火災保険の料率が基本となっている。火災保険の料率は地域や建築様式等により異なるが、洪水保険分の料率は全国一律であり、総合保険の料率は、この他に補償される災害毎の料率の総和となっている。

保険料率の設定は各保険会社が行うが、金融庁の認可が必要である。ただし、損害保険料率算定会によって算定された料率を使用することによって、金融庁の許可がいらなくなる。

(4)支払額

水害に対する支払額は商品により異なるが、一般的な総合保険では、損害率に応じた免責と支払い限度額がある。一般的に、30%未満の被害に対しては一律 5%~10% (小損害免責)、それ以上の被害に関しては、被害額の 70% (縮小補填) が支払われる。最近では被害額を 100% 補償する総合保険が販売されている。

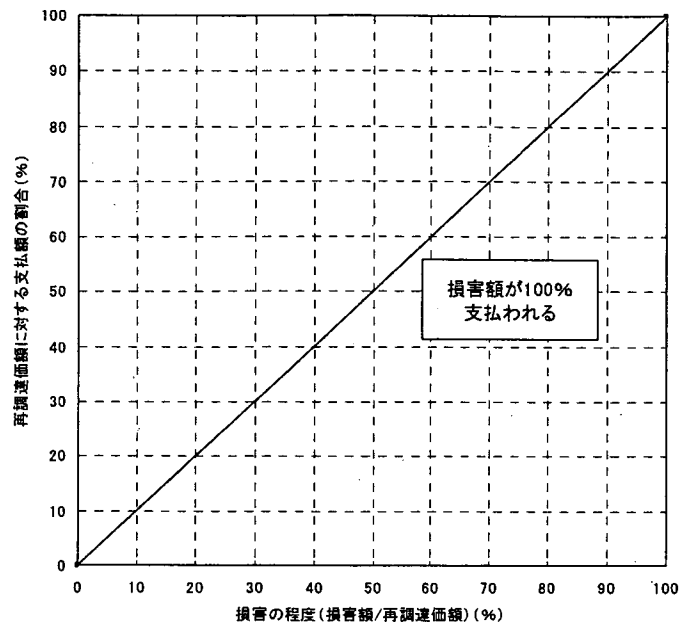


図 8-2 火災保険金支払い例

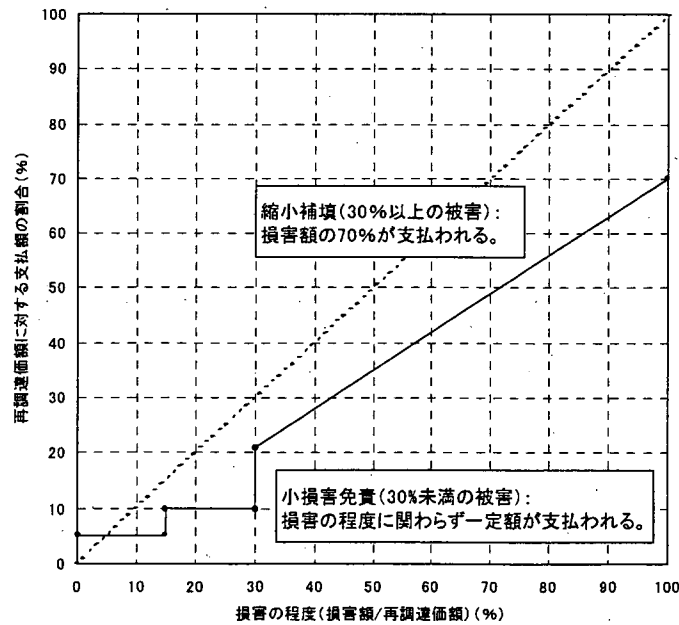


図 8-3 水害による保険金支払いの例

(5)その他 (国の役割等)

大規模な災害に対する国による補償、再保険制度等はない。民間が民間の責任の下に運営している。

ある保険商品の保険料の例を以下に示す。

建物保険金額 2340 万円、家財保険金額 1900 万円の場合

- ①住宅火災 : 年間 18,820 円 (水害補償無し)
- ②住宅総合 : 年間 30,150 円 (水害 70%縮小補填)
- ③ホームライフ総合 (新型商品) : 年間 41,160 円 (水害 100%補償)

表 8-1 商品による補償内容の違いの例

	火災	破裂・爆 発	落雷	風・ひよ う・雪災	飛来・落 下・衝突	水漏れ	暴行・破 壊	盗難	水害	持ち出 し家財	費用補 償
①住宅火災保険	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-
②住宅総合保険	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
③ホームライフ総合保険	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表 8-2 1,000 円あたりの料率の算定

	年間保険料 (円)	保険金額 (円)	料率	①との差	②との差
①住宅火災保険	18,820	42,400,000	0.444	-	-
②住宅総合保険	30,150	42,400,000	0.711	0.267	-
③ホームライフ総合保険	41,160	42,400,000	0.971	0.527	0.260

上記 3 商品の違いが、主に水害の補償内容に関するものと仮定すると、①と②の料率の差 0.267 は従来の総合保険における水害分の料率と考えられ、②と③の料率の差 0.260 は水害補償率の差 (縮小補填、小損害免責など) と考えられる (P43 に示したとおり米国の保険料率は千円当たり 3~24 円)。

(6) 保険金支払い実績

過去の災害における保険金支払い実績を以下に示す。

表 8-3 過去の風水害による保険金支払い

順位	発生年	災害名	保険金支払額 (億円)	備考
1	H3.9	台風19号	5679	年間一般資産被害額: 2406億円
2	H11.9	台風18号	3174	
3	H10.9	台風7号	1600	年間一般資産被害額: 4956億円
4	H12.9	東海豪雨	1000	家庭家屋用品被害額: 3400億円
5	H5.9	台風13号	977	年間一般資産被害額: 3050億円

(出典: 損害保険協会ニュースリリース No.911)

表 8-4 東海豪雨における損害保険金支払額

保険種類	支払額(億円)
火災保険	374
新種保険	55
自動車保険	529
貨物保険	42
合計	1000

(出典：損害保険協会ニュースリリース No.911)

8.2 地震に関する保険

(1) 保険制度の概要

地震保険は「地震保険に関する法律」に基づく政府主導の保険制度である。民間の火災保険（総合保険）に自動的に付帯する。付帯を希望しないこともできるが、火災保険に加入せずに地震保険に加入することはできない。

(2) 保険制度の経緯

地震リスクは、

- 損害額が巨額なものになるおそれがある
- 頻度や損害の割合が大数の法則にのらない
- 地域的・時間的逆選択のおそれが大きい

などの理由で、保険制度の必要性は認められながら、制度の設立は困難であった。

ところが、昭和 39 年の「新潟地震」を契機に一挙に国会の付帯決議、保険審議会の諮問・答申を経て、41 年 6 月、国が「地震保険に関する法律」を新たに制定し再保険により直接に関与する形で、内容にはかなりの制約はあるものの、初の本格的な「地震保険」が発足した。その後は、料率や支払い内容の改善等が行われ、現在に至っている。

現在の加入率は 15.4%（2000 年 3 月末）である。

(3) 料率

料率は全国を地域的に 1 等地（安全）～4 等地（危険）に分け、さらに構造上で木造・非木造に分けて、8 通りの料率を設定している。現在、家屋構造に応じた料率の変化を含めた料率の見直しを検討中である。

保険金額は、主契約の保険金額に対して 30～50%（限度額：建物 5000 万円、家財 1000 万円）に限られる。例えば、3000 万円の家屋に保険をかける場合の保険金額は、最大 1500 万円に制限される。

(4) 支払額

支払金額は、全損（50%以上の被害）、半損（20%～50%）、一部損（3%～20%）に分けられ、全損の場合は保険金額 100%（主契約の 50%）、半損の場合は保険金額の 50%、一部損の場合は保険金額の 5%が支払われる。それ以下の被害は免責となっている。次項に上記を整理したグラフを示す。

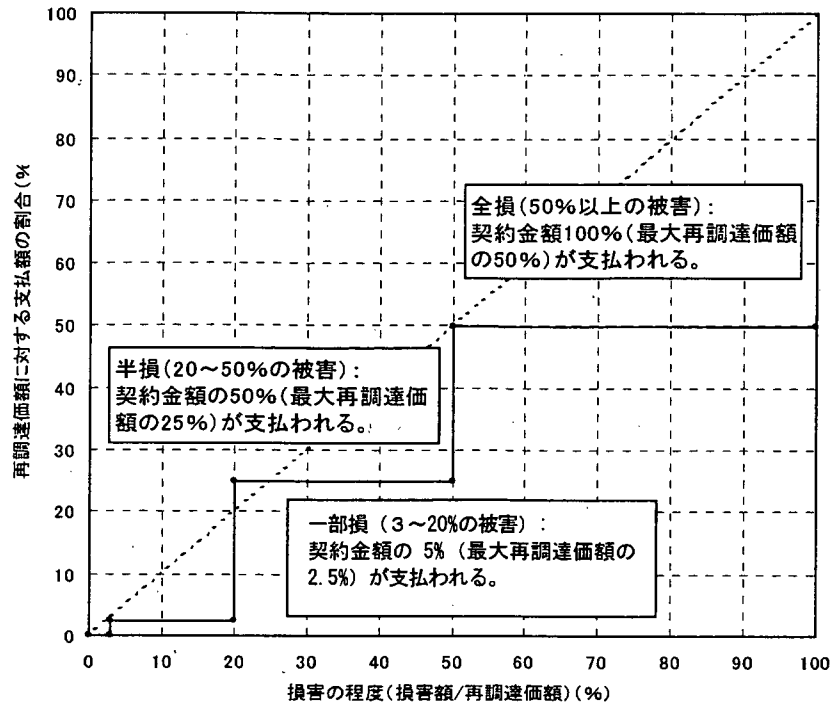


図 8-4 地震保険金支払額

(5)その他 (国の役割等)

国の目的は、「保険会社が負う地震保険責任を政府が再保険することにより地震保険の普及を図り、もって地震等による被災者の生活の安定に寄与すること」と定められており、国が再保険を引き受ける。ただし、総支払い限度額が以下のように 4 兆 1000 億円と定められており、これを越える被害の場合は、限度額が被害者に割り振られる。

被害額と、民間・政府の負担割合を下図に示す。被害額が 750 億円までは民間が 100%負担し、750 億円から 8,186 億円までは、民間及び政府がそれぞれ 50%づつ、4 兆 1,000 億円までは、政府 95%、民間 5%の負担となる。

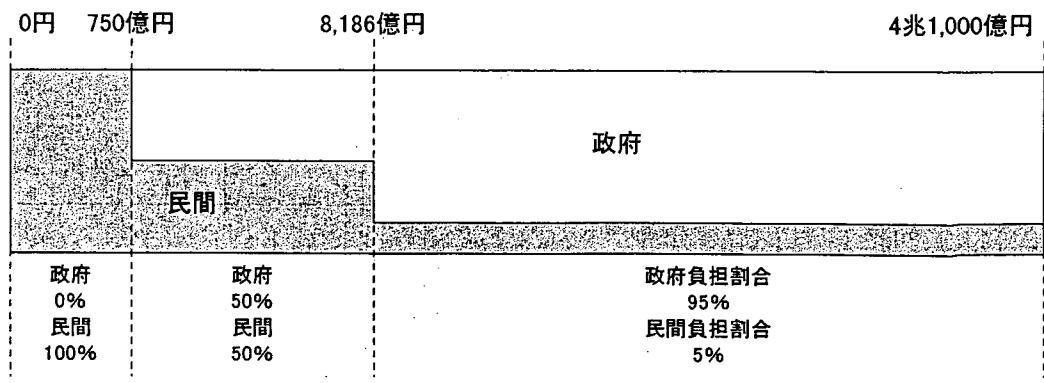


図 8-5 被害額と政府の負担割合

保険料の例を以下に示す。

東京都A区 26坪 鉄筋1戸建て：料率 1.75円/1000円

建物保険金額 2340万円、家財保険金額 1900万円の場合

(地震保険では上記金額の50～30%の契約となる)

$(23,400+19,000) \times 0.5 \times 1.75 = 37,100$ 円 (火災保険に対する付加保険料)

8.3 農業共済制度

(1) 農業共済の概要

i) 農業共済制度とは

台風、冷害、干ばつ等による農作物被害、生産財としての家畜死亡時など農業経済の損失をすばやく補填する制度。農業災害補償法に基づいて設置されており全国農業共済協会が運用している。全国のどこの農村でも実施されており、補償対象の事故は、原則としてすべての自然災害等不可抗力的災害となっている。国は共済掛け金や事務費を国庫負担するとともに、再保険を担っている。一定規模以上の農家(稲・麦)は加入が義務付けられている。

ii) 運用組織

運用組織は下図に示したようなものとなっている。

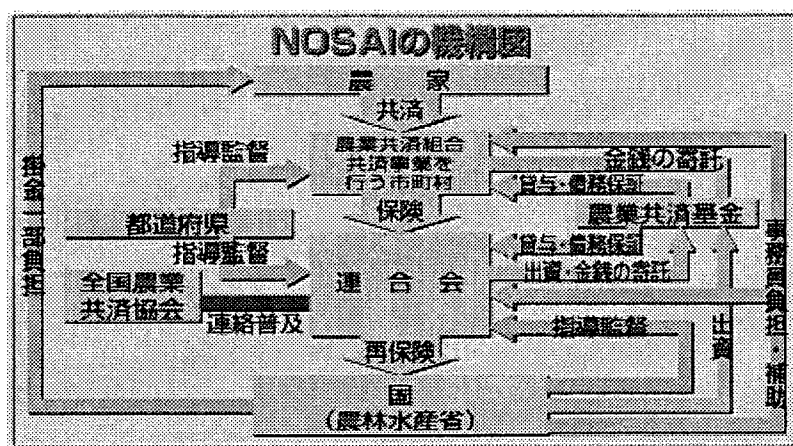


図 8-6 農業共済の運用組織図

(出典：<http://www.nosai.or.jp/farmens.htm>)

(2) 各分野における共済の運用方法

i) 農作物共済

- ・対象作物：水稻、陸稻、麦
- ・対象災害：すべての気象災害、病虫害、鳥獣害、火災、地震、噴火(薬害等人災は含まず)
- ・加入対象：当然加入：水稻 20～40a、麦 10～30a (北海道は別基準)
任意加入：水稻・陸稻・麦あわせて 10a 以上 (北海道は別基準)
- ・補償期間：本田移植期から収穫するまで
- ・補償額：
7割補償方式 = 耕地ごとの基準収穫量の7割 × Kg 当たり共済金額
8割補償方式 = 農家ごとの基準収穫量の8割 × Kg 当たり共済金額
9割補償方式 = 農家ごとの基準収穫量の9割 × Kg 当たり共済金額
等、方式の違いは、被害額によって決定
- ・共済掛け金：共済掛金の額 = 共済金額 × 共済掛金率

- ・ 共済掛金率：過去 20 年間の被害率を元に決められる。3 年ごとに見直し
共済掛金には、国の負担がつき、実際に農家が負担する掛金は半額になる。
- ・ 損害評価：被害を受けた農家は、ただちに申請。申請後、組合が被害状況を現地調査し、
評定。

ii) 畑作物共済

種、地域別に各種条件あり

- ・ 対象作物：ばれいしょ、大豆、あずき、蚕繭など畑作物 8 種
- ・ 対象災害：風水害、干害、冷害、ひょう害、地震、噴火その他気象上の災害、病虫害、鳥獣害、火災による農作物の減少
- ・ 加入対象：対象作物の作付け面積が 5a～30a 以上
- ・ 補償期間：作物の減収に対して、補償
- ・ 引き受け方式：種ごとに異なる。基準収穫量の 7 割に満たなかった場合など
- ・ 補償額：共済金額 = 単位あたり共済金額 × 基準収穫量 × 補償割合
- ・ 共済掛金：共済掛金の額 = 共済金額 × 共済掛金率 農作物共済と同様

iii) 園芸施設共済

- ・ 対象：温室・プラスチックハウスなどの施設園芸用の施設
- ・ 対象災害：風水害、干害、冷害、ひょう害、地震、噴火その他気象上の災害、火災、破裂・爆発、航空機の墜落ならびに接触、航空機からの落下物、車両およびその積載物の衝突および接触、病虫害、鳥獣害
- ・ 加入対象：施設の所有・管理面積が 2～5a 以上
- ・ 補償期間：共済掛金を払い込んだ日の翌日から 1 年間
- ・ 補償額：農家の選択
- ・ 共済掛金：共済金額 = 共済金額 × 共済掛金率
- ・ 損害評価：被害を受けた農家は、ただちに申請。申請後、組合が被害状況を現地調査し、
評定。

iv) 果樹共済

- ・ 対象作物：うんしゅうみかん、りんごなど各種果樹
対象となる災害、掛け金などは、種別に細かく設定されている。

v) 建物共済

- ・ 対象災害：建物火災共済：火災、落雷、破裂爆発、盗難、暴力行為など建物総合共済：建物火災共済に加え、風水害、雪害、土砂崩れ等自然災害。地震、噴火、津波
- ・ 補償期間：加入から 1 年
- ・ 共済限度額：建物 1 連あたり建物火災共済；5,000 万円、建物総合共済；1,500 万円

vi) その他の共済

これらの他にも農機具共済等が存在する。

9. おわりに

(1) 洪水保険導入の背景

洪水保険導入の背景は、日米両国でそれぞれ異なる。まずその背景を記す。

わが国では、国の関与する保険制度は存在せず、「総合保険」「火災特約」の一部として存在している。これは、昭和 34 年の伊勢湾台風による大被害を契機に従来の火災保険に「台風、旋風、暴風雨、洪水、高潮の風水害」をセットにし、家計分野の損失を軽減させようとしたことが発端である。

一方、米国では、1960 年代頃の頻発する洪水被害に対して、予期しない災害復旧費を要したため、国家財政に多大な負担が生じていた。また、洪水被害軽減のためには、従来の治水対策では十分ではなく、洪水保険により従来の治水対策を補完し、被害を緩和することが合理的であると考えられていた。また、米国の洪水保険制度は土地利用規制施策と密接にリンクしており、最終的には氾濫原の土地利用規制を達成するためのツールと考えることもできる。

このように国の施策と密接に関連しているため、民間企業が単独で洪水保険を運用することには資金面で限界があると考えられたため、連邦政府主導の保険制度が誕生したものと考えられる。

(2) 水害リスク評価と洪水保険…主に日米比較から

わが国の水害リスク評価では、外水氾濫事象を対象として浸水区域、浸水深を算定し、年平均期待被害額を算定する。米国では、水害リスク評価の指標として、年平均期待被害額をもとに保険料率を設定しており、日本と同様の手法といえる。しかしながら米国では洪水要因別に浸水深を算定し、これを洪水保険料率マップという形で公表している。

洪水保険料率マップ作成の過程でとられる施策のうち、以下の点は、わが国の水害リスク評価においても大いに参考になるものと考えられる。

- 氾濫を単に外水氾濫だけではなく、扇状地河川での氾濫、内水氾濫等に細分化して評価を行っている。
- それぞれの氾濫では、浸水深の算定を行っている。また扇状地河川での氾濫現象では、浸水深に加えて氾濫原内の流速も表示している。
- 外水氾濫、扇状地河川での氾濫、内水氾濫のそれぞれの事象を評価するための計算プログラムが整備されており、プログラムの認証制度が存在する。
- 一方、外水氾濫の被害予測では、堤防の破堤現象の反映までには至っていない。この点、わが国では、堤防の質（高さ、幅）の評価が重要であり、質に応じてスライドダウン評価高を設定し、「これを越えれば破堤」と仮定している。
堤防の質的強度をある程度反映した評価法といえるが、実際の堤防及び基盤の土質、や洪水流のハイドロ形状、洪水流による水衝位置等の流況によっては、堤防への浸透、侵食、堤防の越水など、破壊要因となる事象に相違が生じる。こうした観点からの研究を進めていくことが重要と考えられる。
- アメリカでは前述したように、洪水保険制度導入当初は保険加入率が低く、「緊急プログラム」として簡易な手法で保険料率を設定し保険の加入を増やしたという実績を持つ。また、氾濫解析手法についても日本のような二次元氾濫解析ではなく一次元氾濫解析を主体として保険

料率の設定が行われている。精度を求めるだけでなく、ある程度の計算精度のもと制度の普及を図っていくという手法は我が国においても大いに参考になると考えられる。

【参考文献】

FEMA 資料

1. Managing Floodplain Development in Approximate Zone A Area – A Guide for Obtaining and Developing Base(100 year) Flood Elevations” 1995
2. Guidelines and Specifications for Study Contractors last issued in March 1993
3. Actuarial Rate Review, November 2001

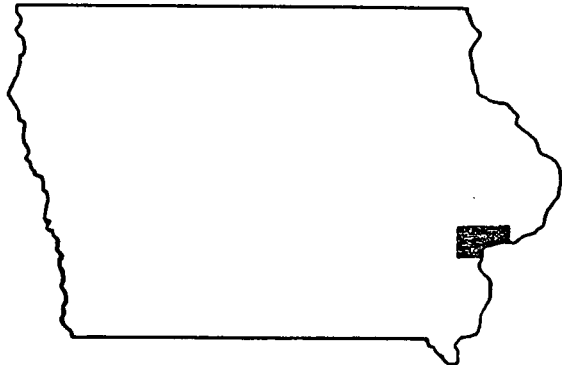
4. FLOOD INSURANCE STUDY CITY of MUSCATINE, IOWA, MUSCATINE COUNTY,
July 1977
5. 損害保険協会ニュースリリース No.911
6. 雑誌 Insurance (平成 10 年度版)
7. 「洪水とアメリカ ミシシッピ川の氾濫原管理」米国河川研究会編著、(財)国土開発技術研究センター監修、1995 年

参 考 文 献

FLOOD INSURANCE STUDY



CITY OF MUSCATINE,
IOWA
MUSCATINE COUNTY



JULY 1977

U.S. DEPARTMENT of HOUSING & URBAN DEVELOPMENT
FEDERAL INSURANCE ADMINISTRATION

TABLE OF CONTENTS

	<u>Page</u>
1.0 <u>INTRODUCTION</u>	1
1.1 Purpose of Study	1
1.2 Coordination	1
1.3 Acknowledgements	2
2.0 <u>AREA STUDIED</u>	2
2.1 Scope of Study	2
2.2 Community Description	4
2.3 Principal Flood Problems	4
2.4 Flood Protection Measures	5
3.0 <u>ENGINEERING METHODS</u>	6
3.1 Hydrologic Analyses	6
3.2 Hydraulic Analyses	8
4.0 <u>FLOOD PLAIN MANAGEMENT APPLICATIONS</u>	9
4.1 Flood Boundaries	9
4.2 Floodways	10
5.0 <u>INSURANCE APPLICATION</u>	13
5.1 Reach Determinations	13
5.2 Flood Hazard Factors	16
5.3 Flood Insurance Zones	16
5.4 Flood Insurance Rate Map Description	17

TABLE OF CONTENTS - continued

	<u>Page</u>
5.5 Estimate of Structures	17
6.0 <u>OTHER STUDIES</u>	17
7.0 <u>LOCATION OF DATA</u>	19
8.0 <u>BIBLIOGRAPHY AND REFERENCES</u>	19

FIGURES

Figure 1 - Vicinity Map (North Muscatine)	3
Figure 2 - Floodway Schematic	12

TABLES

Table 1 - Summary of Discharges	7
Table 2 - Floodway Data	14-15
Table 3 - Flood Insurance Zone Data	18

EXHIBITS

Exhibit 1 - Flood Profiles	
Mississippi River	Panel 01P
Mad Creek	Panels 02P-04P
Geneva Creek	Panels 05P-07P
Exhibit 2 - Flood Boundary and Floodway Map Index	
Exhibit 3 - Flood Boundary and Floodway Map	Panels 0001A to 0003A

TABLE OF CONTENTS - continued

PUBLISHED SEPARATELY:

Flood Insurance Rate Map Index

Flood Insurance Rate Map

Panels 0001A to 0003A

FLOOD INSURANCE STUDY
CITY OF MUSCATINE, IOWA

1.0 INTRODUCTION

1.1 Purpose of Study

The purpose of this Flood Insurance Study is to investigate the existence and severity of flood hazards in the City of Muscatine, Muscatine County, Iowa, and to aid in the administration of the Flood Insurance Act of 1968 and the Flood Disaster Protection Act of 1973. Initial use of this information will be to convert Muscatine to the regular program of flood insurance by the Federal Insurance Administration (FIA). Further use of the information will be made by local and regional planners in their efforts to promote sound land use and flood plain development.

1.2 Coordination

After an announcement of intent to perform a flood elevation study was published three times in the Muscatine Journal during August 1975, the initial public meeting was held on August 28, 1975, at the Muscatine City Hall. This meeting was attended by personnel representing DeWild Grant Reckert & Associates Company, the FIA, the Iowa Natural Resources Council, and public and private interests of the City of Muscatine. The purpose of the meeting was to select a community base map, identify streams which should be studied, initiate the data gathering and community input processes, and provide general information on the nature and impact of the Flood Insurance Program.

On August 11, 1975, a meeting was held between DeWild Grant Reckert & Associates Company and the Iowa Natural Resources Council to coordinate the hydrological and hydraulic methodology to be used as well as to assemble any information or data that may be available. During the course of the study, coordination was maintained with the City of Muscatine to ensure efficient and comprehensive data collection and analyses as well as proper flood boundary and floodway delineation. Additional contacts were made as necessary to coordinate the study with the Iowa Natural Resources Council. Through meetings and correspondence, the hydrologic analyses, flood profiles, and floodways for the Mississippi River and Mad Creek were coordinated with those previously developed by the U. S. Army Corps of Engineers (COE), Rock Island District.

On June 16, 1976, the intermediate public meeting was held at the Muscatine City Hall, with representatives of DeWild Grant Reckert & Associates Company, the FIA, the Iowa Natural Resources Council, and public and private interests of the City of Muscatine in attendance. During this meeting, the preliminary flood profiles and the flood plain and floodway boundaries were reviewed. On October 14, 1976, the preliminary draft report of the Muscatine Flood Insurance Study was reviewed at the final public meeting held at the Muscatine City Hall and attended by personnel of DeWild Grant Reckert & Associates Company, the FIA, the Iowa Natural Resources Council, and public and private interests of the City of Muscatine.

1.3 Acknowledgements

The source of authority for this Flood Insurance Study is the National Flood Insurance Act of 1968, as amended.

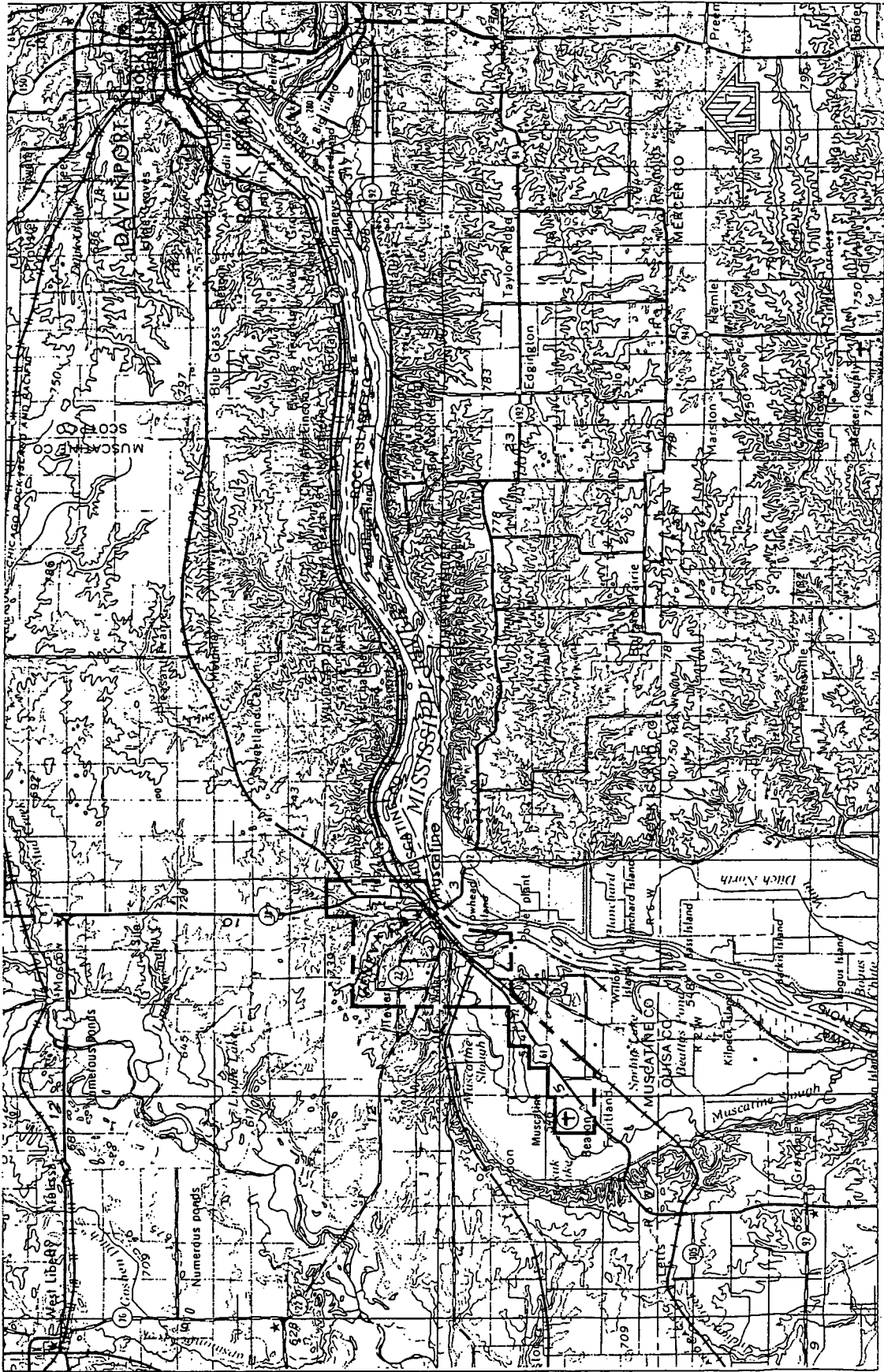
The hydrologic and hydraulic analyses for this study were performed by DeWild Grant Reckert & Associates Company for the FIA under Contract No. H-3806. This work, which was completed in October 1976, covered all flooding sources in Muscatine with the exception of the Mississippi River. Flood discharges and elevations for the Mississippi River were provided by the U. S. Army Corps of Engineers, Rock Island District.

2.0 AREA STUDIED

2.1 Scope of Study

This Flood Insurance Study covers the incorporated area of the City of Muscatine. The area of study is shown on the Vicinity Map (Figure 1).

Floods caused by overflow of the Mississippi River, Mad Creek, and Geneva Creek were studied in detail. Approximate methods were used to determine the special flood hazard areas along Papoose Creek and the West Fork of Mad Creek. These areas of approximate study were justified during the initial public meeting described in Section 1.2. The flood hazard determinations were based on hydrologic and hydraulic conditions that existed at the time of the study or which would be in effect within eighteen months after the study was completed, approximately April 1978.



DEPARTMENT OF HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT
Federal Insurance Administration

CITY OF MUSCATINE, IA
(MUSCATINE CO.)

FIGURE 1

APPROXIMATE SCALE



VICINITY MAP

2.2 Community Description

The City of Muscatine is located in the southern half of Muscatine County, which is situated on the eastern boundary of the State of Iowa about 20 miles southwest of Davenport. The population of Muscatine (1970 census) of 22,405 persons represents an increase of 1,408 people over the 1960 census, of which 235 of this increase resulted from area annexed during this decade (Reference 1). The economy of this area is comprised chiefly of agriculture and agricultural-related industry and business.

The northern half of Muscatine has topography characteristic of the irregular and rolling hills commonly found along the bluff of the Mississippi River, whereas the southern half lies in the flat flood plain of the Mississippi River. The northern half of Muscatine drains either directly to the Mississippi River or its tributaries, such as Mad Creek and Papoose Creek. A portion of northern Muscatine drains to Geneva Creek, a tributary of Mad Creek. The southern half of Muscatine has poorly defined drainage patterns due to the flatness of the area; however, all of the area drains to the Mississippi River either directly or by way of tributaries such as Muscatine Slough.

Commercial, industrial, and older residential structures are commonly found located in the flood plains of the Mississippi River and its tributaries. Most of the recent residential development has been occurring on uplands in northern and western Muscatine, although some residential and industrial development has been occurring and likely will continue in southern Muscatine.

The climate of the Muscatine area is subhumid midcontinental, with the average annual precipitation being 33 inches. The mean temperature is 51° F., with the coldest and warmest months being January and July with average temperatures of 23° F. and 76° F., respectively.

Trees, shrubs, weeds, and grass abound in the undeveloped and uncultivated portions of the flood plains. In cultivated areas, crops of corn, soybeans, and oats are commonly found. Soils in the Muscatine area, which are typical of those found in east-central Iowa, are not known to have any unusual characteristics which would have a substantial effect on flooding conditions.

2.3 Principal Flood Problems

Unprotected low-lying areas in Muscatine are subject to periodic flooding caused by overflow of the Mississippi River and its

tributaries which flow through Muscatine. The most severe flooding, especially on the Mississippi River, occurs generally during the late spring as a result of rapid snow melt in conjunction with warm, heavy rains, with flooding being further aggravated at times by ice jams. The ten highest flood levels recorded for the Mississippi River at the Muscatine gage since 1878 occurred in 1965, 1973, 1969, 1952, 1951, 1922, 1967, 1944, 1938, and 1960, respectively. By relating the recorded peak elevations of 555.81 and 552.80 feet (NGVD 1929) to an elevation-frequency curve for this gage, the 1965 and 1973 floods are estimated to have recurrence intervals of 30 and 10 years, respectively.

No gaging records are available for Mad Creek and other tributaries to the Mississippi River which flow through Muscatine. Flooding along Mad Creek and the lower end of Geneva Creek has been a serious problem in areas which are unprotected. The upstream ends of Mad and Geneva Creeks have caused only minor flood damages in the past since the areas are in the early stages of development. Flooding along Mad and Geneva Creeks is significantly affected by such factors as hydraulic constrictions caused by bridges, culverts, debris and ice jams, and poorly maintained, clogged channels. Damages due to sewer back-up into basements during flood conditions have also occurred in the past in Muscatine, particularly due to the utilization of combined sewers.

2.4 Flood Protection Measures

Flood hazards in southern Muscatine are greatly reduced by an earthen levee, often referred to as the Muscatine Island Levee, which parallels the Mississippi River extending southward from about River Mile 455 into Louise County. The COE has recently proposed that this levee be raised by about four feet to provide for additional flood protection (Reference 2). Though this levee will hold the 100-year flood with one to one and a half feet of freeboard, the 500-year flood would top the levee by two and a half to three feet. Time of construction of this project is uncertain, and this proposed increase in levee height was not considered when evaluating the flood potential existing in southern Muscatine.

An area of Muscatine located immediately west of Mad Creek near its confluence with the Mississippi River is presently protected against flood events less severe than the 100-year flood by a levee consisting of a combination of earthen dikes and concrete floodwalls and commonly referred to as the Mad Creek Levee.

The COE has proposed a northwesterly extension of this levee to provide further protection from flooding from Mad and Geneva Creeks to a major industrial area (Reference 3). This construction has not yet begun and therefore the project was not considered in evaluating existing flood hazards in the proposed area of protection.

The City of Muscatine currently has mapped flood plain and flood-way zones along Mad Creek and the Mississippi River within the old corporate boundaries and has adopted zoning ordinances regulating development in zones much in line with the present requirements of the FIA. In consideration of the area that has been annexed since the preparation of the previous zoning map, the City of Muscatine is planning to update their zoning map and ordinance with respect to this report and the requirements of the FIA to further their flood plain management program.

3.0 ENGINEERING METHODS

For the flooding sources studied in detail in the community, standard hydrologic and hydraulic study methods were used to determine the flood hazard data required for this study. Floods having recurrence intervals of 10, 50, 100, and 500 years have been selected as having special significance for flood plain management and for flood insurance premium rates. The analyses reported here reflect current conditions in the drainage areas of the streams.

3.1 Hydrologic Analyses

In addition to the review of the results of hydrologic analyses presented in previous reports, additional hydrologic data were collected and computations made as necessary to establish the peak discharge-frequency relationships for floods of the selected recurrence intervals for each stream studied in detail in the community.

The COE has previously made extensive hydrologic studies (Reference 4) of the Mississippi River for utilization in evaluating flood potential and analyzing and designing flood control projects. The peak discharge-frequency data presently being used evolved from statistical correlations of twelve gaging stations in the Upper Mississippi River Basin and from log-Pearson Type III (Reference 5) distributions of annual peak flow data. Several of these gaging stations have records of about 100 years. The 10-, 50-, 100-, and 500-year peak discharges for the Mississippi River at Muscatine are 250, 338, 380, and 480 thousand cubic feet per second (cfs),

respectively. In comparison, the maximum historical peak discharge at Muscatine occurred in April 1965 and is estimated to be about 310 thousand cfs from a stage-discharge curve for the Muscatine gage. The drainage area at this gage is about 99,400 square miles.

The peak discharge-frequency data for the tributaries of the Mississippi River which were studied in detail were derived from a regional analysis of peak discharges for bluff drainage along the Mississippi River as performed by the COE (Reference 6). The basis of the study was a log-Pearson Type III distribution of annual peak flow data for 34 gaging stations located along the bluff of the Mississippi River within the boundaries of the Rock Island District. Application of the results of the preliminary study has been limited to unregulated watersheds without either significant artificial or natural basin storage, located within 25 miles of the Mississippi River and within the Rock Island District boundary, and having drainage areas between 0.5 and 300 square miles. The primary results of this study were relationships between peak discharge and drainage area for various frequencies, which were used to estimate the 10-, 50-, 100-, and 500-year discharges for the tributaries of the Mississippi River which were studied in detail. These relationships, as well as the drainage area range for each tributary studied, are summarized in Table 1.

TABLE 1 - SUMMARY OF DISCHARGES

<u>FLOODING SOURCE AND LOCATION</u>	<u>DRAINAGE AREA</u> (sq. miles)	<u>PEAK DISCHARGES (cfs)</u>			
		<u>10-YEAR</u>	<u>50-YEAR</u>	<u>100-YEAR</u>	<u>500-YEAR</u>
MISSISSIPPI RIVER					
At Muscatine Gage	99,400	250,000	338,000	380,000	480,000
MAD CREEK					
At mouth (Mississippi River)	17.50	3,140	6,100	7,700	12,100
Above Geneva Creek confluence	14.00	2,780	5,370	6,820	10,800
Northern corporate limits	9.50	2,240	4,390	5,600	8,950
GENEVA CREEK					
At mouth (Mad Creek)	2.90	1,140	2,330	3,020	4,960
Bidwell Road	2.25	1,000	2,050	2,670	4,410
Northern corporate limits	1.22	715	1,500	1,960	3,280

3.2 Hydraulic Analyses

Analyses of the hydraulic characteristics of the streams studied in detail in the community were carried out to provide estimates of the elevations of floods of the selected recurrence intervals along each of these streams.

Water-surface profiles for the 10-, 50-, 100-, and 500-year floods on the Mississippi River were obtained from previous analyses performed by the COE (References 7 and 8), which were based on historical peak flood stage data and index station rating curves along the Mississippi River. Flood profiles for Mad Creek and Geneva Creek were developed using the HEC-2 computer backwater model (Reference 9), with the Mad Creek profiles being coordinated with those previously established by the COE (Reference 10).

In addition to the peak flood discharge data discussed in the preceding section, channel and valley cross sections, bridge and culvert geometry, and roughness coefficients comprise the basic input data needed for the HEC-2 computer backwater model. Channel and immediate overbank cross section data for Mad and Geneva Creeks were developed by field surveys, with most of the Mad Creek cross sections being obtained from the COE. These surveyed cross sections were extended as necessary through the stream valley using a topographic map having a two-foot contour interval and a scale of 1"=100' (Reference 11). All bridges and culverts were surveyed to obtain elevation data and structural geometry. Roughness coefficients (Manning's "n") for Mad and Geneva Creeks were estimated to be about 0.06 for the overbanks and to range from 0.035 to 0.040 for the channels, based on field reconnaissance and previous analyses performed by the COE. The starting water-surface elevations for Mad Creek consisted of the water-surface elevations for the Mississippi River at the point of confluence which corresponded to ten percent of the recurrence interval being studied on Mad Creek. For Geneva Creek, the water-surface elevations for Mad Creek at the point of confluence and for the same frequency flood were used as the starting water-surface elevations.

The approximate study methods used to delineate the flood hazard areas along the West Fork of Mad Creek and Papoose Creek consisted of estimating the flood depths using Manning's equation and approximated cross sections derived from topographic maps. These estimated flood depths then became the basis for mapping the flood hazard areas on topographic maps. Shallow flooding below Fulliam Avenue is due to an inadequate culvert above Fulliam Avenue on Papoose Creek. Depths were estimated using Manning's equation on approximated cross sections derived from topographic maps.

The water-surface profiles for floods on the Mississippi River, Mad Creek, and Geneva Creek are illustrated on the Flood Profiles (Exhibit 1). These profiles drawn to the nearest 0.5 foot represent the peak flood elevation on National Geodetic Vertical Datum of 1929 (NGVD 1929) (formerly referred to as mean sea level datum with 1929 general adjustment) plotted against stream distance measured along the centerline of the stream channel. The elevations along the Mississippi River can be converted to mean sea level datum (1912 adjustment), which was used for the Mississippi River profiles previously published by the COE, by adding 0.47 feet to the NGVD 1929 elevations. Furthermore, the NGVD 1929 elevations can be converted to the City of Muscatine datum by subtracting 249.12 feet. Elevation reference marks used in the study are shown on the maps. The Mad and Geneva Creek profiles do not consider debris or ice jam effects, if such could occur at bridges, culverts, or natural constrictions. The profiles are also based on non-coincidence of equal frequency floods on the Mississippi River and Mad Creek, since the statistical probability of such coincidence is beyond the scope of this analysis.

4.0 FLOOD PLAIN MANAGEMENT APPLICATIONS

A prime purpose of the National Flood Insurance Program is to encourage state and local governments to adopt sound flood plain management programs. Each Flood Insurance Study, therefore, includes a flood boundary map designed to assist communities in developing sound flood plain management measures.

4.1 Flood Boundaries

In order to provide a national standard without regional discrimination, the 100-year flood has been adopted by the FIA as the base flood for purposes of flood plain management measures. The 500-year flood is employed to indicate additional areas of flood risk in the community. For each stream studied in detail, the boundaries of the 100-year and the 500-year floods have been delineated using the flood elevations determined at each cross section; between cross sections, the boundaries were interpolated using topographic maps having scales of 1:600, 1:1,200, and 1:24,000, with contour intervals of one foot, two feet, and ten feet, respectively (References 11, 12, and 13). In cases where the 100-year and the 500-year flood boundaries are close together, only the 100-year boundary has been shown.

For the areas studied by approximate methods, the 100-year flood boundary was delineated on the topographic maps using rough estimates of the 100-year flood elevations. The 100-year and 500-year flood plain boundaries are illustrated on the Flood Boundary and Floodway Map for Muscatine (Exhibit 3). Small areas within the flood boundaries may lie above the flood elevations, and therefore, not be subject to flooding; owing to limitations of the map scale, such areas are not shown.

It should be noted that, in southern Muscatine, the 100-year flood boundary follows the alignment of the Muscatine Island Levee and that all of the leveed area is shown as a moderate flood hazard area (Zone B) because of the protection offered by the levee. As can be seen on the Mississippi River profile, the 100-year flood is 1.0-1.5 feet below the top of the levee, whereas the 500-year flood would overtop the existing levee by about 2.5-3.0 feet. Additionally, the levee height would most probably be raised during emergency flood-fighting measures.

The area protected by the existing Mad Creek levee is shown as a Special Flood Hazard Area (Zone A13) since the existing levee has no freeboard above the 100-year flood and does not have a structural tie-off on the south end. Therefore, this area is considered subject to flooding from the 100-year flood; however, it is protected from lesser magnitude floods (i.e. 10- and 25-year).

The sheet flow area along the Papoose Creek storm sewer (Zone B) represents that area that could conceivably be inundated to shallow depths (averaging 1 foot or less) during a 100-year flood event. The existing combined sewer has the capacity to convey up to about the 10-year flood discharge. With greater floods, a portion of the flood waters will flow overland to the Mississippi River. The area shown is an estimate of where the sheet flow would occur; however, structures outside this area could suffer damages resulting from sewer back-up in basements where the drains are not properly plugged or valved to prevent such back-up.

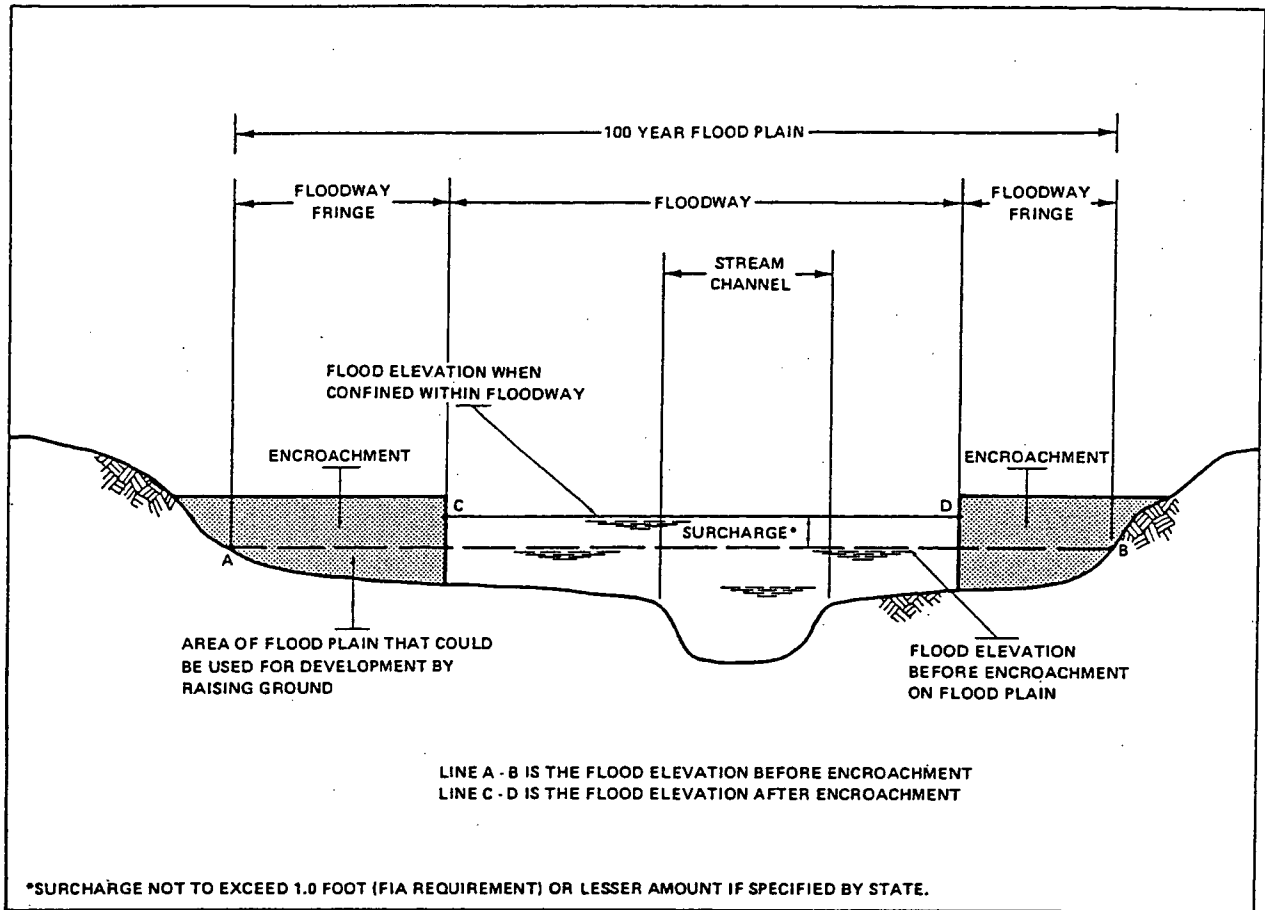
4.2 Floodways

Encroachment on flood plains, such as roadway and areal fill and construction of above-ground structures, reduces the flood-carrying capacity of the flood plain, increases the flood heights of the

streams and increases flood hazards both at and upstream from the encroachment location. One aspect of flood plain management involves balancing the economic gain from flood plain development against the resulting increase in flood hazards. For the purposes of the Flood Insurance Program, the concept of a floodway is used as a tool to assist local communities in this aspect of flood plain management. Under the floodway concept, the area inundated by the 100-year flood is divided into a floodway and floodway fringe (see Figure 2). The floodway is the channel of a stream plus a portion of the adjacent flood plain area that must be kept free of encroachment in order that the 100-year flood be carried without substantial increase in the 100-year peak flood elevations. Minimum standards of the FIA limit such increases in flood heights to one foot, provided that hazardous velocities are not produced. The State of Iowa has adopted these standards for flood plain encroachment. The floodways presented herein, therefore, represent the minimum area which should be kept free of encroachment under future flood plain management efforts by the local community. However, the community has the option and may desire to maintain a larger floodway width than presented in this report. The floodway fringe, which is the area between the floodway and the boundary of the 100-year flood plain, represents the portion of the flood plain that could be completely obstructed without increasing the 100-year flood elevations more than one foot at any point. Therefore, filling and building construction could occur in the floodway fringe in the future, providing that any construction of buildings was performed in such a manner to protect them against the 100-year flood hazard and that such land reclamation was feasible to the owner.

For the Mississippi River, the floodway boundary on the Iowa side was based primarily on engineering judgement and previous reports, with input and review by the COE, the Iowa Natural Resources Council, and the City of Muscatine. The floodway boundary was located along existing levee alignments and excluded areas of existing development wherever possible. Although the rise in flood level which would result by excluding the flood fringe from conveying a portion of the 100-year flood discharge was not computed, it is estimated that such a rise would be very small (0.1 foot or less), since very little of the existing flood-carrying capacity will have been removed.

For the 10,000-foot reach of Mad Creek extending upstream from the mouth, a floodway was previously mapped and has been included in the City of Muscatine's zoning ordinance. At the



FLOODWAY SCHEMATIC

Figure 2

City of Muscatine's request, this floodway was used in this Flood Insurance Study. The existing floodway was tested using the HEC-2 computer model and met the maximum 1.0-foot rise criteria.

For the remainder of Mad Creek and all of Geneva Creek, floodways were delineated at the stream cross sections by the equal reduction in conveyance method using the HEC-2 computer model, with the floodway boundary between cross sections being interpolated using topographic maps. The floodways were then adjusted to minimize undue variances in floodway width and then tested to ensure that they satisfied the maximum 1.0-foot rise criteria. The floodways presented for Mad Creek and Geneva Creek were then reviewed by the Iowa Natural Resources Council and the community of Muscatine during coordination meetings.

The floodway boundaries and the location of selected cross sections are illustrated on the Flood Boundary and Floodway Map (Exhibit 3). Pertinent data for the existing and presented floodways at selected cross sections on Mad and Geneva Creeks are tabulated in Table 2, "Floodway Data." The floodway along Mad Creek was evaluated with a coincident 10-year flood level on the Mississippi River; therefore, the 100-year flood elevations given for Mad Creek cross sections "A" through "G" in Table 2 are lower than the 100-year elevations shown on the flood profile for Mad Creek, which reflects backwater for the 100-year flood on the Mississippi River. The floodways were delineated and evaluated without consideration of possible debris or ice jamming, which could occur at bridges, culverts, and natural constrictions. In cases where the boundaries of the floodway and the 100-year flood are close together or are colinear, only the floodway boundary has been shown.

5.0 INSURANCE APPLICATION

In order to establish actuarial insurance rates, the FIA has developed a process to transform the data from the engineering study into flood insurance criteria. This process includes the determination of reaches, Flood Hazard Factors, and flood insurance zone designations for each flooding source affecting the City of Muscatine.

5.1 Reach Determinations

Reaches are defined as lengths of watercourses having relatively the same flood hazard, based on the average weighted difference in water-surface elevations between the 10- and 100-year floods. For a given reach, this difference does not have a variation greater than that indicated in the following table for more than 20 percent of the reach length.

<u>Average Difference Between 10- and 100-year Floods</u>	<u>Variation</u>
Less than 2 feet	0.5 foot
2 to 7 feet	1.0 foot

Seven reaches meeting the above criteria were required for the flooding sources of Muscatine. These included one on the Mississippi River, two on Geneva Creek, and four on Mad Creek. The locations of the reaches are shown on the Flood Profiles (Exhibit 1).

FLOODING SOURCE		FLOODWAY				BASE FLOOD SURFACE ELEVATION		
CROSS SECTION	DISTANCE ¹	WIDTH (FT.)	SECTION AREA (SQ. FT.)	MEAN VELOCITY (F.P.S.)	WITH FLOODWAY (NGVD 1929)	WITHOUT FLOODWAY (NGVD 1929)	DIFFERENCE (FT.)	
Mad Creek								
A	0.35	160	1,712	4.50	554.4	553.42	1.0	
B	0.65	110	1,388	5.55	554.9	553.92	1.0	
C	1.25	260	1,649	4.67	555.7	554.82	0.9	
D	1.90	180	1,649	4.67	556.0	555.12	0.9	
E	2.57	350	3,363	2.29	557.4	556.82	0.6	
F	2.92	480	4,200	1.83	557.5	556.92	0.6	
G	4.02	490	1,960	3.93	559.0	558.72	0.3	
H	5.07	100	739	10.42	560.3	560.2	0.1	
I	5.82	100	681	11.31	564.2	564.1	0.1	
J	6.60	220	1,197	5.70	569.3	569.2	0.1	
K	8.03	340	1,332	5.12	571.8	571.6	0.2	
L	9.40	460	1,248	5.46	574.7	574.5	0.2	
M	10.35	290	947	6.87	578.3	578.2	0.1	
N	11.72	160	1,066	6.11	583.9	583.1	0.8	
O	13.06	130	824	7.90	587.9	587.4	0.5	
P	14.24	100	649	8.63	594.5	593.5	1.0	
Q	15.80	180	945	5.93	602.6	601.6	1.0	
R	17.30	200 ³	835	6.71	606.7	605.8	0.9	

¹THOUSANDS OF FEET ABOVE MOUTH

²WATER-SURFACE ELEVATIONS WITHOUT CONSIDERING MISSISSIPPI RIVER BACKWATER

³PORTION OF FLOODWAY IS LOCATED OUTSIDE CORPORATE LIMITS

DEPARTMENT OF HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT
Federal Insurance Administration

CITY OF MUSCATINE, IA
(MUSCATINE CO.)

FLOODWAY DATA

MAD CREEK

TABLE 2

FLOODING SOURCE		FLOODWAY			BASE FLOOD WATER SURFACE ELEVATION		
CROSS SECTION	DISTANCE ¹	WIDTH (FT.)	SECTION AREA (SQ. FT.)	MEAN VELOCITY (F.P.S.)	WITH FLOODWAY (NGVD 1929)	WITHOUT FLOODWAY (NGVD 1929)	DIFFERENCE (FT.)
Geneva Creek							
A	0.25	70	436	6.93	565.1	564.4	0.7
B	1.40	75	575	5.25	568.2	567.3	0.9
C	2.25	65	459	6.58	569.8	568.8	1.0
D	5.72	70	434	6.96	587.1	586.1	1.0
E	7.80	70	368	7.26	600.4	599.7	0.7
F	9.92	60	434	6.15	611.5	610.5	1.0
G	13.51	40	236	8.31	628.5	627.8	0.7
H	14.95	40	180	10.89	642.1	642.0	0.1

¹THOUSANDS OF FEET ABOVE MOUTH

DEPARTMENT OF HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT
Federal Insurance Administration

CITY OF MUSCATINE, IA
(MUSCATINE CO.)

FLOODWAY DATA

GENEVA CREEK

TABLE 2

5.2 Flood Hazard Factors

The Flood Hazard Factor (FHF) is the FIA device used to correlate flood information with insurance rate tables. Correlations between property damage from floods and their FHF are used to set actuarial insurance premium rate tables based on FHF's from 005 to 200.

The FHF for a reach is the average weighted difference between the 10- and 100-year water-surface elevations expressed to the nearest one-half foot, and shown as a three-digit code. For example, if the difference between water-surface elevations of the 10- and 100-year floods is 0.7 foot, the FHF is 005; if the difference is 1.4 feet, the FHF is 015; if the difference is 5.0 feet, the FHF is 050. When the difference between the 10- and 100-year water-surface elevations is greater than 10.0 feet, accuracy for the FHF is to the nearest foot.

5.3 Flood Insurance Zones

After the determination of reaches and their respective FHF's, the entire incorporated area of Muscatine was divided into zones, each having a specific flood potential or hazard. Each zone was assigned one of the following flood insurance zone designations:

- | | |
|------------------------|--|
| Zone A: | Special Flood Hazard Area inundated by the 100-year flood, determined by approximate methods; no base flood elevations shown, or FHF's determined. |
| Zones A5, A6, A9, A13: | Special Flood Hazard Areas inundated by the 100-year flood, determined by detailed methods; base flood elevations shown, and zones subdivided according to FHF's. |
| Zone B: | Areas between Zones A5, A6, A9, A13, and the limits of the 500-year flood, including areas of the 500-year flood plain that are protected from the 100-year flood by dike, levee, or other water control structure; and areas subject to certain types of 100-year shallow flooding where depths are less than 1.0 foot. Zone B is not subdivided. |

Zone C: Area not subject to flooding by the 500-year flood. Zone C is not subdivided.

Table 3, "Flood Insurance Zone Data," summarizes the flood elevation differences, FHF's, flood insurance zones, and base flood elevations for each flooding source studied in detail in the community.

5.4 Flood Insurance Rate Map Description

The Flood Insurance Rate Map for the City of Muscatine is, for insurance purposes, the principal result of the Flood Insurance Study. This map (published separately) contains the official delineation of flood insurance zones and base flood elevation lines. Base flood elevation lines show the locations of the expected whole-foot water-surface elevations of the base (100-year) flood. This map is developed in accordance with the latest flood insurance map preparation guidelines published by the FIA.

5.5 Estimate of Structures

Estimates of the number of structures of various types that are located within Special Flood Hazard Areas (SFHA) in the City of Muscatine are shown below:

<u>Structural Type</u>	<u>Detailed SFHA</u>	<u>Approximate SFHA</u>
1. One- to four-family units	64	3
2. Multi-family units	0	0
3. Small businesses	77	0
4. All others	8	0

6.0 OTHER STUDIES

A Flood Plain Information report for the Mississippi River was completed in 1969 for Scott and Muscatine Counties in Iowa and Rock Island County in Illinois by the COE (Reference 7). The hydrological data and flood profiles upon which this report was based were reviewed and found to be compatible for use in this Flood Insurance Study. Two recent project reports, one for flood control along Mad Creek in Muscatine (Reference

FLOODING SOURCE	PANEL 1	ELEVATION DIFFERENCE ² BETWEEN 1.0% (100-YEAR) FLOOD AND			FHF	ZONE	BASE FLOOD ELEVATION ³
		10% (10 YR.)	2% (50 YR.)	0.2% (500 YR.)			
		Mississippi River Reach 1	0001A-0002A	-6.5			
Mad Creek Reach 1	0001A	-4.7	-1.7	+3.6	045	A9	Varies
Reach 2	0001A	-2.8	-0.9	+1.8	030	A6	Varies
Reach 3	0001A	-4.3	-1.2	+4.4	045	A9	Varies
Reach 4	0001A	-2.4	-0.8	+2.8	025	A5	Varies
Geneva Creek Reach 1	0001A	-4.3	-1.3	+2.9	045	A9	Varies
Reach 2	0001A	-2.6	-0.9	+2.3	025	A5	Varies

¹FLOOD INSURANCE RATE MAP PANEL

²WEIGHTED AVERAGE

³ROUNDED TO NEAREST FOOT— SEE MAP

DEPARTMENT OF HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT
Federal Insurance Administration

CITY OF MUSCATINE, IA
(MUSCATINE CO.)

FLOOD INSURANCE ZONE DATA

MISSISSIPPI RIVER, MAD CREEK AND GENEVA CREEK

TABLE 3

3) and one for additional flood protection for the Muscatine Island Levee District (Reference 2) were also reviewed for consideration in the preparation of the Flood Insurance Study.

In 1972, the COE completed a flood hazard investigation of Mad Creek upstream of Clay Street (Reference 9). The pertinent input data and results of this study were reviewed and found to be technically sound. However, the flood profiles published herein are slightly lower, due to the fact that the flood discharges for Mad Creek were based on a study of Mississippi River bluff drainage recently completed by the COE and are lower than those used in the previous study. The new profiles for Mad Creek were discussed with the COE and agreed upon.

In view of the fact that all known conflicts between the results of this study and those of previous studies have been resolved, the data presented in this report either supersede or are compatible with previous determinations. Therefore, this study is authoritative for the purposes of the Flood Insurance Program.

7.0 LOCATION OF DATA

Survey, hydrologic, hydraulic, and other pertinent data used in this study will be on file through December 1981, at the office of DeWild Grant Reckert & Associates Company, Consulting Engineers-Architects, 315 First Avenue, Rock Rapids, Iowa 51246.

8.0 BIBLIOGRAPHY AND REFERENCES

1. U. S. Department of Commerce, Bureau of the Census, Number of Inhabitants, Iowa, 1960 Census, 1970 Census, Government Printing Office, Washington, D. C., 1961, 1971.
2. U. S. Army Corps of Engineers, Rock Island District, Feasibility Report No. 1 for Flood Control, Muscatine Island Levee District and Muscatine-Louisa County Drainage District No. 13, January 1975.
3. U. S. Army Corps of Engineers, Rock Island District, Detailed Project Report for Flood Control at Muscatine, Iowa, September 1970.
4. U. S. Army Corps of Engineers, Rock Island District, Memorandum Report of Generalized Flow Frequency Estimates for the Mississippi River from Guttenberg, Iowa to Hamburg Bay, Illinois, March 1966.

5. U. S. Army Corps of Engineers, Statistical Methods in Hydrology, Leo. R. Beard, Sacramento District, California, January 1962.
6. U. S. Army Corps of Engineers, Rock Island District, Preliminary Report of Bluff Frequency Study of the Upper Mississippi River, August 1975.
7. U. S. Army Corps of Engineers, Rock Island District, Upper Mississippi River Flood Profiles (U.S.C.E. Condition 4), October 1971.
8. U. S. Army Corps of Engineers, Rock Island District, Mississippi River Flood Plain Information from Mile 441 to Mile 512, June 1969.
9. U. S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, HEC-2 Water Surface Profiles, Generalized Computer Program, Davis, California, October 1973.
10. U. S. Army Corps of Engineers, Rock Island District, Flood Hazard Investigation of Mad Creek, December 1972.
11. Muscatine, City of, Topographic Maps of Muscatine, Iowa, Scale 1:1,200 and 2' Contour Interval: Dated 1958, 1962, and 1972.
12. U. S. Army Corps of Engineers, Rock Island District, Topographic Map along Lower Mad Creek, Scale 1:600 and 1' Contour Interval.
13. U. S. Geological Survey, 7.5-Minute Series Topographic Maps, Scale 1:24,000, Contour Interval 10 feet, Blanchard Island, Illinois (1953), Letts, Iowa (1965), Muscatine, Iowa (1953, PR 1970), and Muscatine NW, Iowa (1965).

Dougal, Merwin D. et al., "Flood Plain Management Iowa's Experience," Papers Presented at the Sixth Water Resources Design Conference, Iowa State University, 1969.

Iowa Highway Research Board, "Drainage Areas of Iowa Streams," Bulletin No. 7, Larimer, O. J., Prepared by the U. S. Geological Survey, December 1957.

Iowa Highway Research Board, "Magnitude and Frequency of Iowa Floods," Bulletin No. 28, Schwob, Harlan H., Prepared by the U. S. Geological Survey, July 1966.

Iowa Natural Resources Council, "Floods in Iowa: Technical Manual for Estimating Their Magnitude and Frequency," Bulletin No. 11, Lara, Oscar G., Prepared by the U. S. Geological Survey, March 1973.

Iowa Natural Resources Council, "Floods in Iowa: Technical Manual for Estimating Their Magnitude and Frequency," Bulletin No. 11, Lara, Oscar G., Prepared by the U. S. Geological Survey, December 1974.

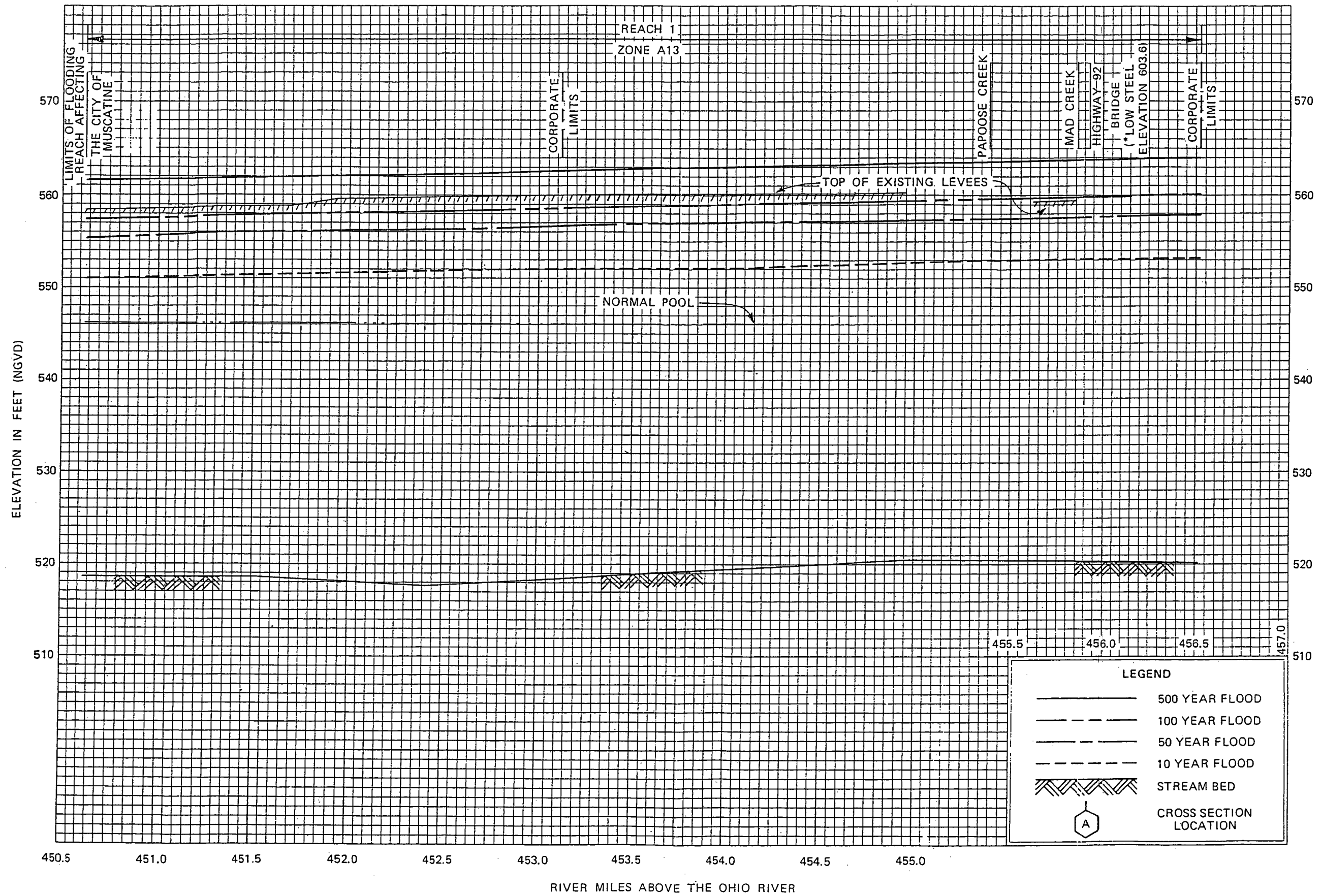
Muscatine, City of, City Bench Marks, 1975.

U. S. Army Corps of Engineers, Rock Island District, Muscatine Island Levee District and Muscatine-Louisa County Drainage District No. 13 Local Flood Protection, General Design Memorandum No. 1, August 1957.

U. S. Army Corps of Engineers, Rock Island District, Construction Plans for Mad Creek Flood Control Project, October 1957.

U. S. Department of Housing and Urban Development, Federal Insurance Administration, Flood Hazard Boundary Maps for Muscatine, IA, January 1974.

Water Resources Council, "A Uniform Technique for Determining Flood Flow Frequencies," Bulletin No. 15, December, 1967.

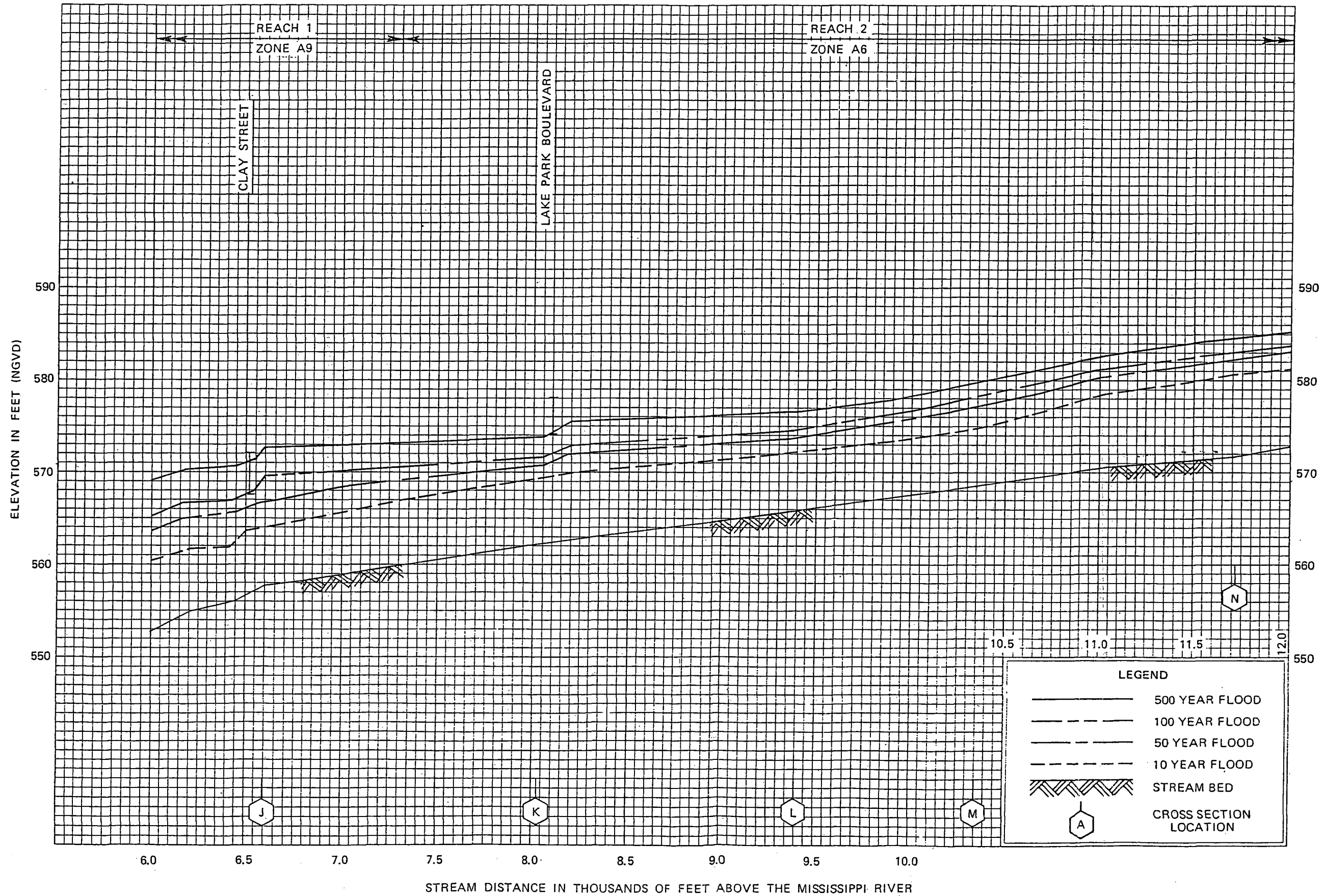


FLOOD PROFILES
MISSISSIPPI RIVER

DEPARTMENT OF HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT
Federal Insurance Administration
CITY OF MUSCATINE, IA
(MUSCATINE CO.)

01P

EXHIBIT 1

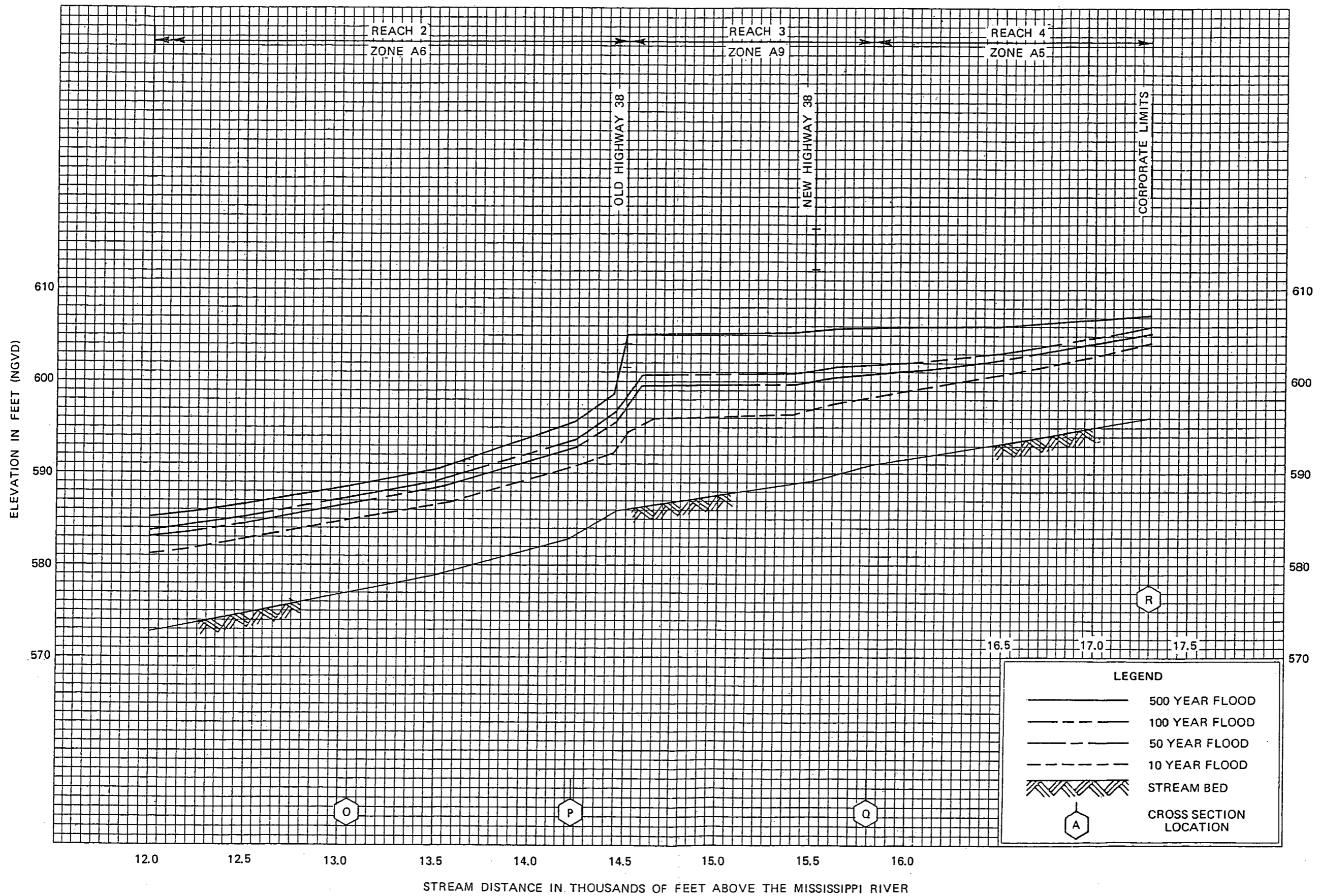


FLOOD PROFILES
MAD CREEK

DEPARTMENT OF HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT
Federal Insurance Administration
CITY OF MUSCATINE, IA
(MUSCATINE CO.)

03P

EXHIBIT 1

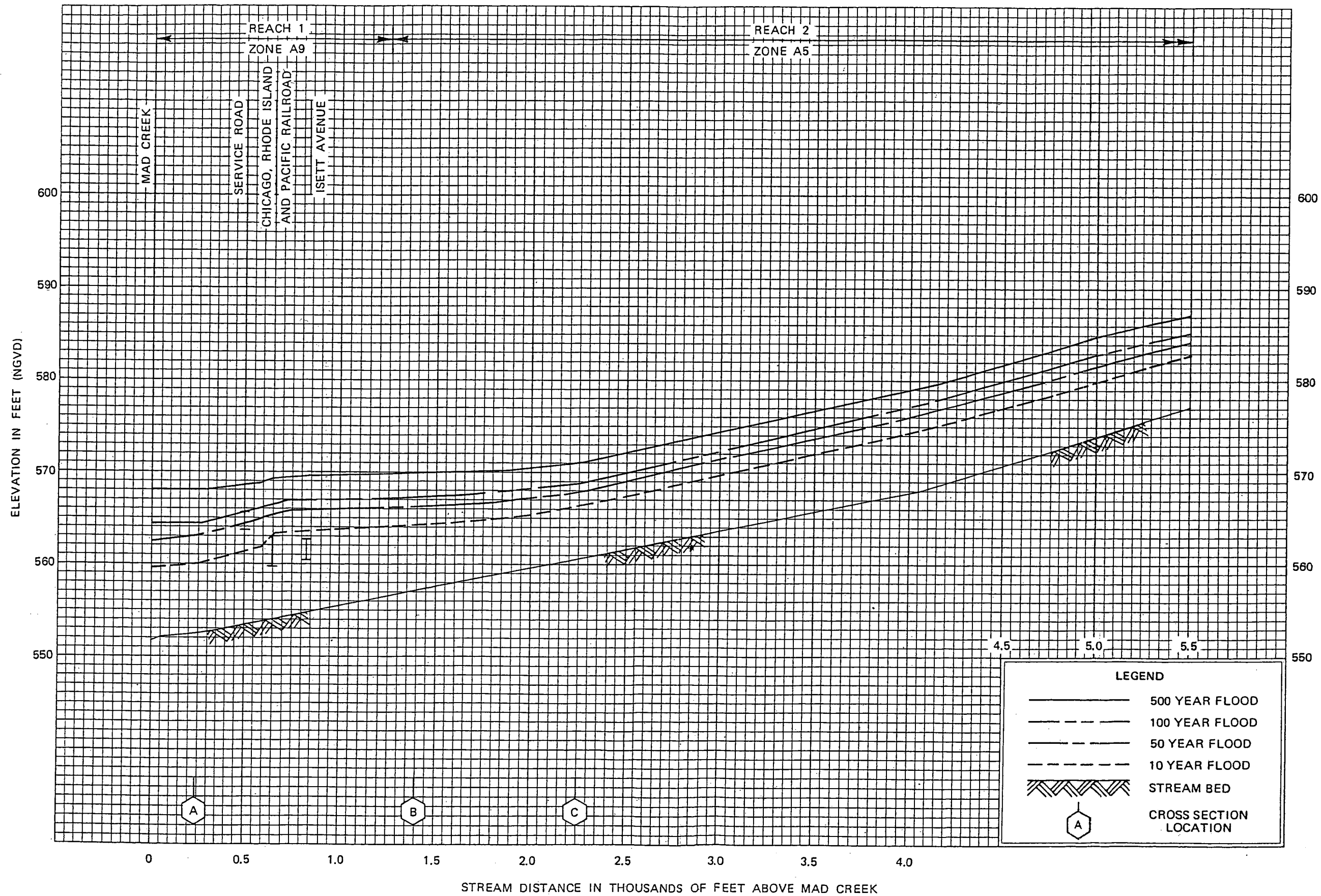


FLOOD PROFILES
MAD CREEK

DEPARTMENT OF HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT
Federal Insurance Administration
CITY OF MUSCATINE, IA
(MUSCATINE CO.)

04P

EXHIBIT 1

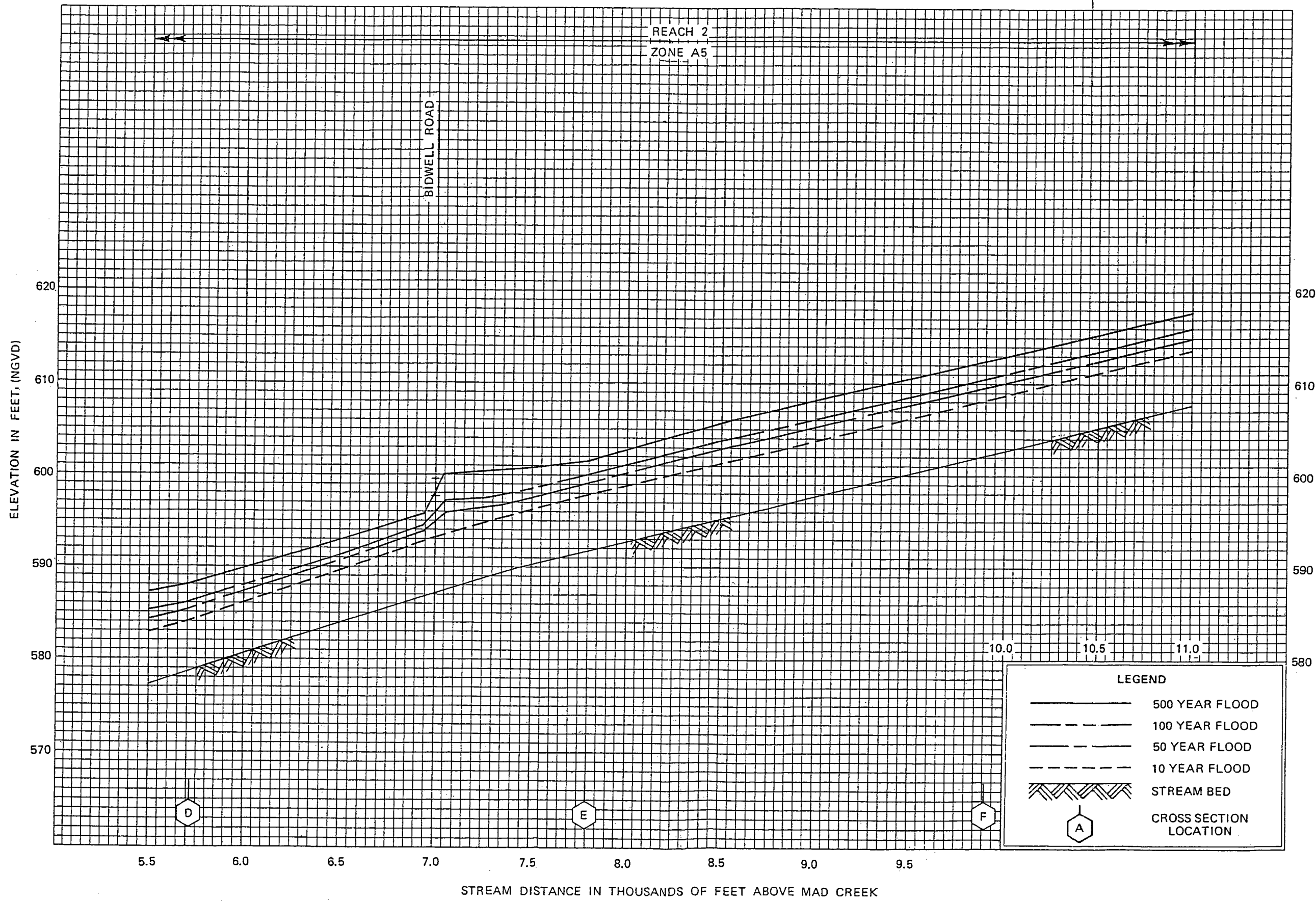


FLOOD PROFILES
GENEVA CREEK

DEPARTMENT OF HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT
 Federal Insurance Administration
CITY OF MUSCATINE, IA
 (MUSCATINE CO.)

05P

EXHIBIT 1



FLOOD PROFILES

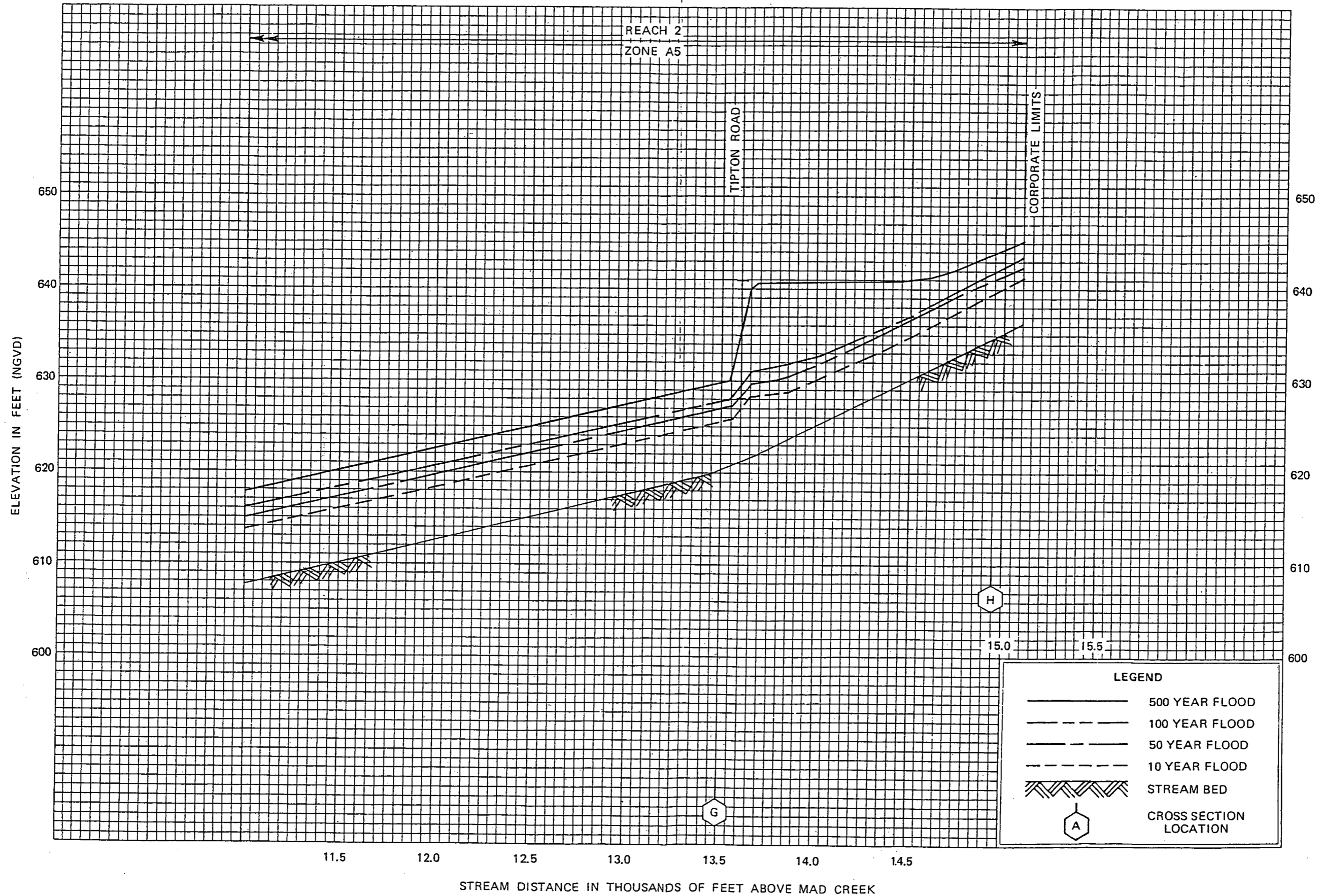
GENEVA CREEK

DEPARTMENT OF HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT
Federal Insurance Administration

CITY OF MUSCATINE, IA
(MUSCATINE CO.)

06P

EXHIBIT 1



FLOOD PROFILES
GENEVA CREEK

DEPARTMENT OF HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT
Federal Insurance Administration
CITY OF MUSCATINE, IA
(MUSCATINE CO.)

07P

EXHIBIT 1



国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of N I L I M

No.75

March 2003

編集・発行 © 国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

住所 茨城県つくば市旭一番地

危機管理技術研究センター水害研究室 029-864-2211