

矢作川流域における洪水災害危険度の評価

森山昭雄*

I はじめに

洪水災害の危険度を評価するには、単に本川の洪水排除機能を評価するだけでなく、流域全体の自然の特性、とくに流域の保水機能の現況と将来を把握しなければならない。なぜならば、洪水の性格は流域の保水機能と密接なかかわりを持ち、保水機能に大きな影響を与える土地利用形態が社会・経済的条件の時代的変遷に伴って大きく変化するからである。矢作川流域においても、1960年代から始まる高度経済成長期を経て、流域の土地利用の変化は、平野部においてはもちろんのこと、山地・丘陵地においても著しかった。

水害危険度を評価するもう一つの側面は、洪水災害を受ける側の下流平野部における想定氾濫区域内の人口・家屋・施設等の急増である。提防が完全なものであり得ない以上、想定氾濫区域における人口・家屋等の増大が水害危険度を高めていると考えられる。

以上の観点から、既存の成果と若干の調査分析により、矢作川流域における洪水災害危険度の評価を試みる。

II 矢作川流域の自然条件と社会条件

矢作川は、その源を中央アルプス南端の^{おおかわいり}大川入山(1908m)に発し、^{ともえ}巴川合流点付近から沖積平野に出、西尾市において矢作古川を分派して三河湾に注ぐ、流域面積1830km²、幹線流路延長117kmの

河川である。山地の面積は、その87%を占める。山地は、源流部を除いて山頂の高さのよくそろった高原状の地形を呈し、数多くの断層による変位を受けて全体として西方に向かって高度を減じる(森山, 1982)。下流部には、矢作川の搬出土砂によって形成された河成段丘や台地がひろがり、その東縁部に矢作川の氾濫原が南北に細長く分布する。本流域の大半は^{りょうけ}領家帯の花崗岩類によって占められ、南部に領家變成岩類が分布する。花崗岩類は著しく深層風化が進み、マサの流出が激しく、防災上大きな問題を提出している。藤岡村や豊田市北部の中流部の丘陵地には、上述の花崗岩類を被って第四紀初期の^{とま}土岐砂礫層が広く分布している。

矢作川流域の社会条件としては、流域内人口約56万人(1975年)、人口密度305.7人/km²であり、西三河地方の重要都市である岡崎市・豊田市を含み、高度経済成長期に著しい人口の急増を見た。この流域は、都市化・工業化が相当急速に進んだとはいえ、農地がかなり広く残存し、第一次産業従事者が第二・三次産業従事者を上まわっている。想定氾濫区域人口は約117万人、想定氾濫区域内の人口密度は437.7人/km²となっている。流域内の土地利用では、森林が53%を占める。1955年と1975年の20年間の土地利用変化を見ると(図1)、山地・丘陵地ではあまり変化がないが、大規模な草地造成、住宅団地造成、工場の進出、ゴルフ場造成によって、かなり森林面積が減少している。平野部においては、一般市街地の面積が著しく増大して

* 愛知教育大学地理学教室

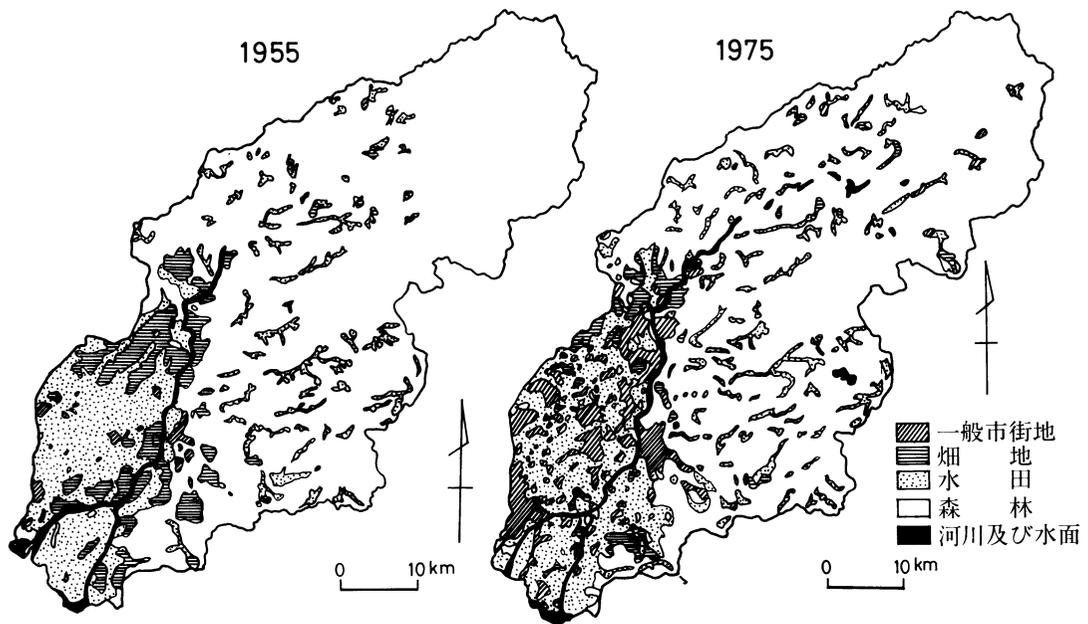


図1 矢作川流域の土地利用変化

(矢作川流域管理計画調査報告書より)

都市的土地利用が拡大している。このような変化とともに、農地の土地改良事業・圃場整備事業が進展し、用排水路が整備されることによって、洪水の出方に大きな影響を及ぼしている。また、矢作川は、古くから水利用の激しい河川であり、明治用水をはじめとする多くの取水堰、矢作ダム・羽布ダム等の洪水調節・発電ダムが多数存在する。

III 矢作川の水害史と治水史の沿革

矢作川がほぼ現在のような流路になったのは、1452～55年の岡崎城築城からといわれ、それ以前はいく筋かの流路が一定しないで流れていたといわれる。この築堤も岡崎を中心とする矢作川左岸のみで、木所から下流の安藤川・広田川、さらに南の幡豆地方では全く未整備の状態であり、出水のたびに大きな被害を出していた。1600年の始めに、本戸から米津までの碧海台地を堀割りして衣浦湾側に排水する計画が立てられ、実施された。新川開削によって新川の水はけが良くなり、次第

に矢作川の本流となり、従来の矢作川は矢作古川と呼ばれるようになった。新川の河口一帯は、矢作川の搬出土砂によって自然に埋立てられ、次々と干拓新田が造られて今日に至った。河口部の干拓は、1956年に完成している。

記録に残されている矢作川の水害記録(矢作川流域管理計画調査報告書より。これには小さな水害は除いてある。)によれば、1500年以降、大小合わせて64回の水害があり、明治以降も23回の水害を数える。そのうち、台風によると思われるもの34回、前線性豪雨によるもの25回、その他が5回となっている。記録内容から判断して、矢作川の水害型は、1)本川・支川の増水による破堤洪水型、2)海岸地域の高潮洪水型、3)内水氾濫型および4)上流山地における土石流洪水型の四つに分けることができる。破堤洪水型が圧倒的に多いが、本川では、明治用水頭首口のある鶺の首峡谷から木戸までの岡崎地区の兩岸の破堤が最も多く、次いで拳母地区(現在の豊田市)が多く、矢

作古川および碧南地区の破堤洪水がそれに次いでいる。支川では、人口の最も集中している岡崎市の乙川下流部と伊賀川の氾濫が多く、被害も大きかった。次いでよく破堤したのが、矢作川左岸の幸田町・吉良町を流れる広田川・安藤川などの支川である。

高潮災害は前後6回起こっているが、最大のものが1959年9月に起こった伊勢湾台風時のものである。この型では、海岸の護岸堤の破堤による洪水であるが、河川の増水と高潮位とが重なって、やや内陸部の本川や矢作川の堤防が破堤することが多い。吉良町の低地では、最近地下水揚水に起因する地盤沈下が起こっており、災害時の湛水面積の拡大・湛水深の増大・湛水の長期化が心配される。

記録によれば、山間部の土石流災害はきわめて少なく、1911年（明治44年）の災害ではじめて出てくる。これは、それ以前においてはたとえ土石流が発生しても、山間部における人口集中が少ないため、災害としてほとんど発現しなかったものと考えられる。それ以降、5回の土石流災害が発生しているが、近年の1972年7月豪雨では、矢作川右岸地域の小原村・藤岡村における極端な集中豪雨により多数の土石流が発生し、多数の死者を出したことは記憶に新しい。水害記録を見ても、戦後いくつかの洪水時の雨量分布を見ても、矢作川流域では左岸側の乙川・巴川の上流部に豪雨が集中して災害となるケースが多く、その点では、1972年7月豪雨はきわめて特異な事例である。また、明治に入ってから、内水氾濫型の水害が多くなってきているのも特徴である。

以上の洪水型の変遷史を見ると、明治以降、次第に破堤洪水型から山間部の土石流災害の増加、内水氾濫型の水害の出現など多様な水害型が現われたことは注目に値する。

一方、治水史を見ると、1882年（明治15年）三

島久後先（現岡崎市）の「三島切れ」といわれる破堤災害は、それまで進まなかった堤防改修事業を早める契機となり、昭和初年までに各河川の堤防は嵩上げ、強化されてきた。しかし、矢作川の本格的な治水計画が立案されたのは1932年の水害後であり、翌年矢作川が国の直轄河川に指定されて本格的な改修工事が着手された。戦中・戦後の長期にわたる工事の中止はあったが、1953年の総

表1 岩津における各年の最大流量

生起年月日	最大流量 (m ³ /s)
1938. 7. 4	1,700*
39. 9.18	380
40. 7.12	510
41. 6.28	1,070
42. 9. 1	750
43. 6.15	640
44. 8. 8	580
45.10. 5	2,190
46. 6.17	850
47. 9.15	280
48. 6.20	1,050
49. 9.23	2,930
50. 6.12	1,070
51. 7.16	900
52. 6.24	920
53. 7.18	2,390*
54. 8.19	1,440*
55.10. 1	600
56. 9.27	1,260
57. 6.28	1,470
58. 8.26	2,530*
59. 9.27	3,410
60. 8.14	970
61. 6.28	3,160*
62. 7.28	2,000
63. 5.17	940
64. 9.25	1,130
65. 9.18	3,230*
66. 7. 8	990
67. 7.10	1,380
68. 8.30	2,860
69. 8. 5	3,160*
70. 6.16	1,410
71. 8.30	1,610*
72. 7.13	2,760

無印はH-Q式による推算値、*は実測値
(矢作川工事実施基本計画参考資料)

体計画の改訂、1960年の改修区間の延長などがあり、徐々に工事が進められてきた。1959年の伊勢湾台風時には海岸部低地帯に多大の被害を出したが、降雨量が多く流域の各所で計画高水流量を上まわってしまった。翌年6月の前線性豪雨では長時間にわたる高水位の持続によって各所で漏水河岸の欠壊が発生し、破堤寸前の状態が出現した。そこで、1963年流量改訂に伴う改訂総体計画が実施された。この頃から、高度経済成長に伴う大量の砂利採取によって急激な河床低下が見られるようになり、河川構造物や用水取水に影響が現われ

始めた。1969年8月の出水では、基準点岩津において流量 $3,160\text{m}^3/\text{s}$ の大洪水を経験し、1972年7月豪雨では従来小雨域と考えられていた右岸の小地域に集中豪雨があって大きな土石流災害に見舞われた。そこで、1974年に、基準点岩津における基本高水ピーク流量を $8,100\text{m}^3/\text{s}$ とし、上流ダム群で $1,700\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、計画基本高水流量を $6,400\text{m}^3/\text{s}$ とする現計画が決定したのである。

IV 矢作川流域の保水機能と洪水排除機能

最近、中部地建の河川局が中心となって矢作川

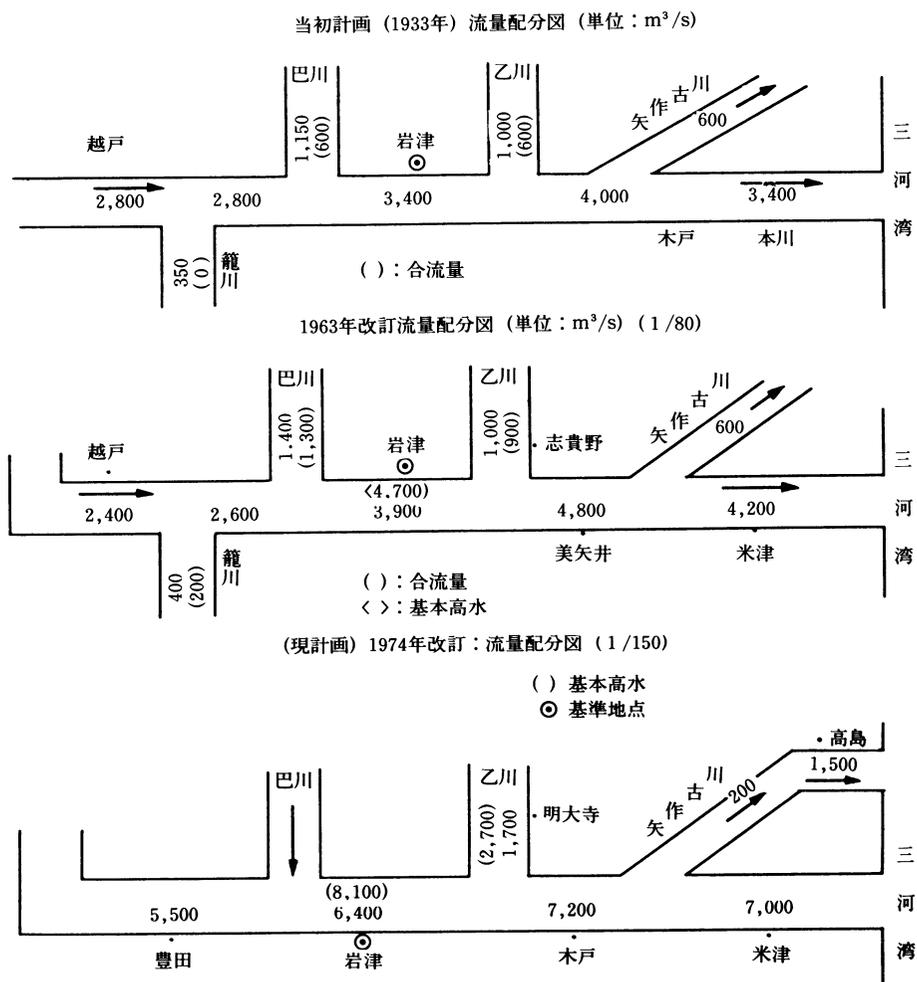


図2 矢作川計画流量配分の変遷

(矢作川流域管理計画調査報告書より)

流域管理総合調査の報告書が刊行された（中部地建河川局，1981）。その中で，矢作川流域の保水機能・洪水排除機能の詳細な分析を通して矢作川流域の治水管理について論じている。これは，矢作川流域の洪水災害危険度を論ずる貴重な成果であるが，目にふれる機会も少ないと思われるので，その考え方・方法・成果の一部をまとめておく。

流域の洪水災害危険度を評価するためには，全流域を小流域に区分してその自然的・社会的特性を定量的に分析するのが最も有効であろう。そして，各小流域毎にその保水機能と洪水排除機能を評価することによって，洪水災害危険度の地域的分布を知ることができる。このような考え方に立って，矢作川流域を139の小流域に分割してその自然的・社会的特性を定量化する。自然的特性として，地形・流域形状係数・卓越傾斜度・卓越起伏量・地質・風化度・崩壊地・溜池を取り上げ，社会的特性として，人口・人口密度・工業出荷額・家畜頭数・土地利用別面積の現況と将来予測を調査している。

流域の保水機能は，土地利用毎に定められた建設省河川砂防技術基準に示される流出係数を用いて求め，さらに，小流域に散在する溜池がピーク流量の逓減効果に大きく寄与するので，溜池によるピーク流量の逓減量を求める。小流域の洪水排除機能については，現況河道の疎通能力と，現況・将来の土地利用形態における確率雨量1/5相当のピーク流量を比較し，さらに現況河道の疎通能力を雨量確率に置きかえて洪水排除機能の分析・評価とした。現況の河道疎通能力を雨量確率で表わしたのが，図3である。現況河道の疎通能力は，災害復旧事業によって整備された河川とその他の河川では大きな差があり，1972年7月豪雨の被災地域の河道は，確率雨量1/30相当の流量を流下させ得るが，その他の2/3の小流域では確率雨量1/5相当の流量をも完全に流下させることができない

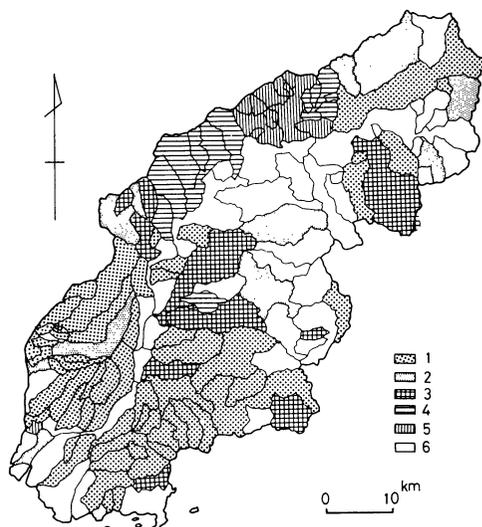


図3 矢作川・小流域の洪水排除機能
(矢作川流域管理計画調査報告書より)

1. 1/5年雨量相当の洪水を流下させることができわめて困難な流域
2. 1/5年雨量相当の洪水を流下させることが困難な地域
3. 1/5～1/20年雨量相当の洪水を流下させ得る流域
4. 1/30年雨量相当の洪水を流下させ得る流域
5. 1/50年雨量相当の洪水を流下させ得る流域
6. その他（残流域，低平地域，自然河岸流域）

のである。このような河川は，都市化の進んだ下流部に多くなっている。

次に，本川の洪水排除機能を見よう。同報告書は，現況河道の疎通能力と戦後最大洪水相当流量（流量確率1/30）とを比較して，矢作川本川の洪水排除機能を評価した。現況の洪水疎通能力と戦後最大洪水相当流量および計画高水流量との差を示したのが，図4である。この図から，戦後最大洪水相当流量を流下させ得る河道区間は16～30kmの区間だけで，その上流と下流のすべての区間でその洪水流量を排除できないのである。

本川河道現況で見逃すことができないのは，1960年頃から砂利採取等によって全川にわたって

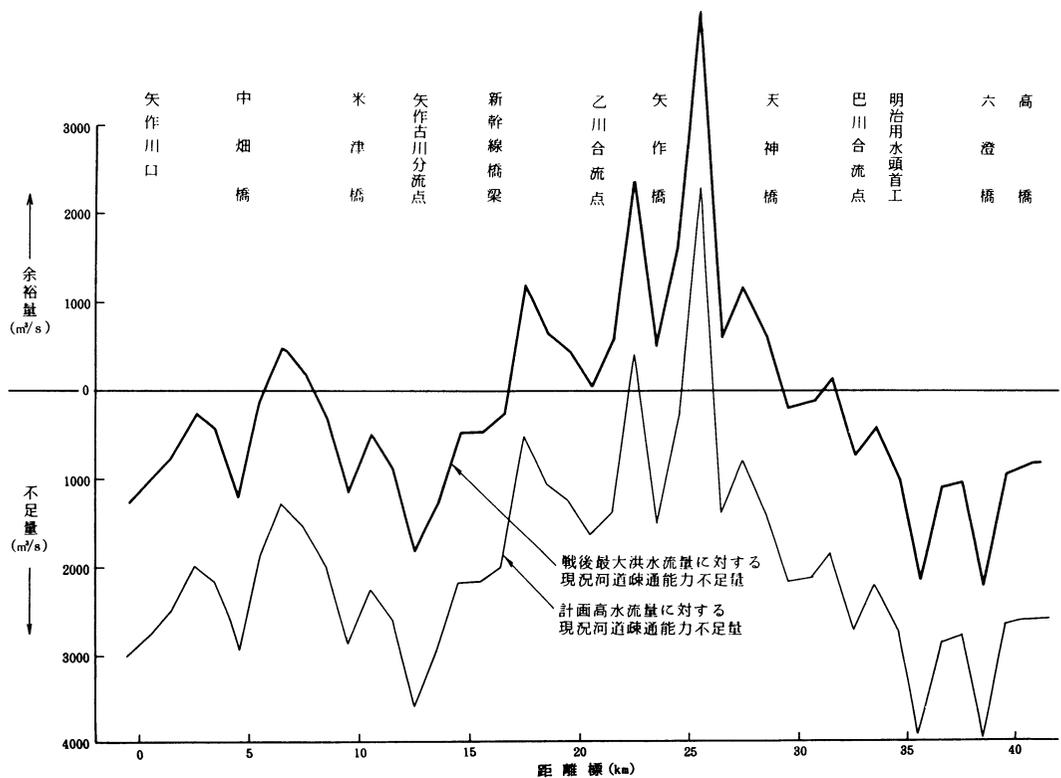


図4 計画高水流量，戦後最大洪水相当流量に対する現況河道の疎通能力過不足量

(矢作川流域管理計画調査報告書より)

河床低下が生じたことである。65～70年には一時その低下が鈍ったが、70年以降の河床低下は著しいものがあり、橋梁等の基礎が露出したり、用水の取水に支障を来したりするなどの弊害が出ている。とくに20～34km区間の河床低下は著しく、この区間が洪水疎通能力があると見なされた区間とほぼだぶっていることは、この区間の洪水疎通能力を増大させた原因が河床低下にあるとすることができよう。河床低下は洪水疎通能力を高めることにはなるが、洪水時での護岸の洗掘・欠壊の危険を増大させることにもなり、早急な対策が望まれる。

また、矢作川はその流域の地質特性から、花崗岩類の風化層であるマサの流出が激しく、その性質を反映して、河床物質は他の河成平野下流部に

比べて著しく粗粒の砂・小礫から成っている（森山・浅井，1980）。矢作川の堤防はそれを材料として築堤されているために、堤体そのものの漏水が激しい。そのため、長時間にわたる高水位の持続は破堤に結びつく可能性があり、上述の洪水疎通能力の不足・河床低下と考え合わせても、矢作川本川の堤防は必ずしも安全度が高いとはいえないのである。

V 想定氾濫区域における家屋戸数の変化

本川・支川の洪水排除機能の評価だけで洪水災害危険度を評価することが片手落ちであることは、はじめにのべた通りである。災害を受ける側の地域、即ち想定氾濫区域における資産の増大が災害危険度を増大させる。筆者は、人口が集中する矢

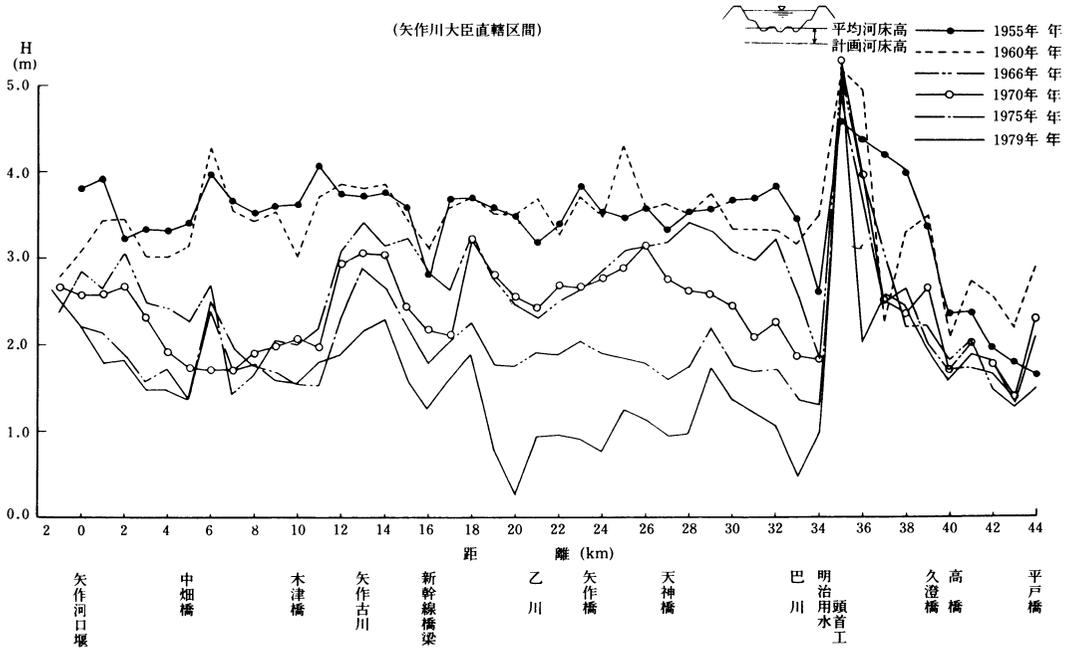


図5 矢作川本川の（平均河床高—計画河床高）の経年変化

（矢作川流域管理計画調査報告書より）

作川下流域の想定氾濫区域における家屋戸数の戦後の変化を検討した。本来ならば、想定氾濫区域の資産調査を実施して想定される洪水に応じた被害額の推定によって水害危険度の定量化をはかることが望ましいが、それはきわめて困難であるため、ここでは航空写真の判読で計測可能な家屋戸数の時間的・空間的变化を把握ることによって水害危険度を評価する目やすとした。幸いにも本地域には、1946年米軍の1/4万、1964年の1/2万のモノクロ写真および1978年の1/1万のカラー航空写真が下流平野部全域をカバーしており、戦後の三時期の変化が捉えられる。

具体的には、想定氾濫区域を航空写真の実体視によって画定し、全域に500mのメッシュをかける。各地区の航空写真から実体視によって家屋の戸数を数え上げ、メッシュ内に戸数を記入する。一戸建の家屋は明瞭に識別し得るので簡単であるが、農家などの離れ、田畑の中に孤立する小屋な

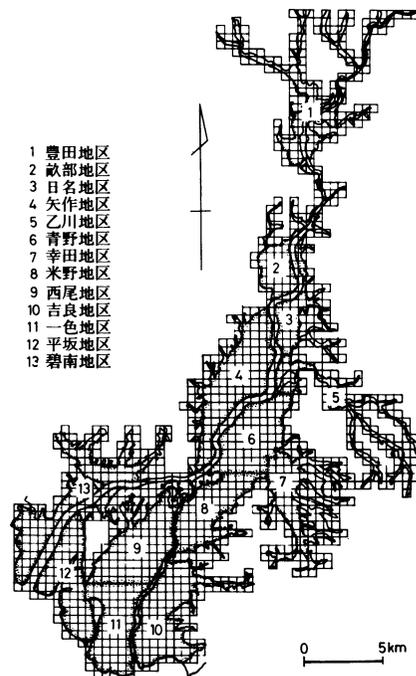


図6 矢作川想定氾濫区域のメッシュマップとその地域区分

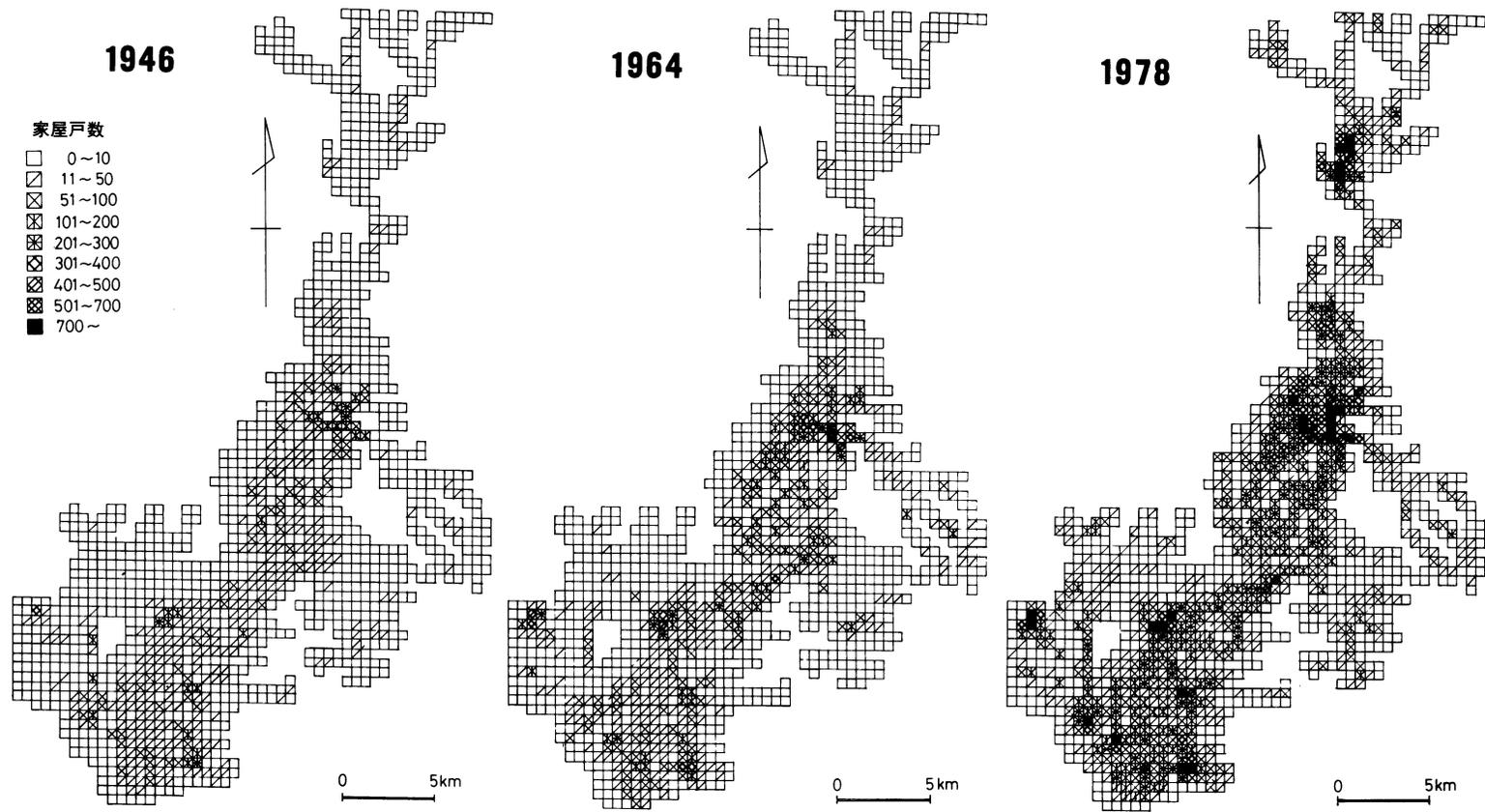


図7 矢作川態定氾濫区域における家屋戸数の変化

ども一戸と数えた。工場・施設等は平均的家屋一戸の面積を基準に目測でその広さを何戸分として算出した。2階・3階建などの家屋の容積は無視せざるを得ない。米軍の1/4万の航空写真では、市街地の個数を正確に計測することは困難であったため、その値はおよその数値である。また、ごく一部の地域で乱反射して判読不能の地域があった。メッシュと統計地域区分を図4に、三時期の家屋戸数の分布を図5に示した。

敗戦直後の1946年では、一般に氾濫区域の家屋戸数は後年に比べて少なく、とくに豊田地区で少ない。一般にこの時期には、住民が繰り返し起こった洪水災害の危険性を充分に知っており、被害を受けやすい土地を避けて台地や丘陵末端部を選ぶか、あるいは被害を受けても軽微な被害ですむ自然堤防の微高地を選んで宅地に行っていることがうかがえる。それでも、岡崎市街地西部の低地や乙川下流部などの岡崎の下町地区にはかなりの家屋の集積が見られる。同様に、西尾市街地東の低地にも、市街地の拡大によってかなりの家屋の集積がある。

1964年になると、高度経済成長の初期でもあつ

て、全体に家屋密度は高くなるが、各市街地周辺の家屋密度の増大が顕著である（岡崎、西尾、碧南、吉良、一色等）。しかし、この時期には、豊田市街の周辺低地は、1946年とほとんど変わらずきわめて低密度である。高度経済成長期を経た1978年には、全体として著しく家屋密度が増大しており、とくに既成市街地周辺でその変化が著しいのは、1946年から1964年への変化と同様である。とくに顕著な変化は、岡崎市街の北部や西部の低地と豊田市街地周辺である。豊田地区は、1964年まではきわめて低密度であったが、1978年に至る10数年間の変化は特に著しいものがある。これは、想定氾濫区域の低地帯が市街地のすぐ東に迫っているため、周辺の台地が宅地や工場の激しい開発が進められたにもかかわらず、市街地周辺の利便性・経済性によって、土地条件の悪い低地への都市化の進展となって現われたと考えられる。

地区別の統計で見ると(表2)、想定氾濫区域全域において、家屋戸数は増加指数にして(1946年を100として)1964年が180.9であり、1978年には644.0となっている。1946年から1978年の22年間の増加指数の高い地区は、豊田地区を筆頭に^{うねべ}畝部地

表2 想定氾濫区域における家屋戸数・家屋密度の変化

	想定氾濫区域 面積(km ²)	家屋戸数(戸)			増加指数	家屋密度(戸/km ²)		
		1946年	1964年	1978年		1946年	1964年	1978年
豊田地区	12.83	388	402	11,046	2,847	30.2	31.3	861.0
畝部地区	8.30	249	528	4,353	1,748	30.0	63.6	524.5
日名地区	8.60	1,664	1,681	9,006	541	193.5	195.5	1,047.2
矢作地区	22.19	2,061	5,887	14,567	707	92.9	265.3	656.5
乙川地区	7.65	1,590	3,870	7,747	487	207.8	505.9	1,012.7
青野地区	17.04	1,642	3,024	8,377	510	96.4	177.5	491.6
幸田地区	16.03	653	1,266	3,478	533	40.7	71.0	217.0
米野地区	14.56	1,416	2,832	6,043	427	97.3	194.5	415.0
西尾地区	19.15	2,384	3,725	10,732	450	124.5	194.5	560.0
吉良地区	19.54	2,692	3,817	24,155	897	137.8	195.3	1,236.2
一色地区	14.86	1,819	2,835	7,920	435	122.4	190.8	533.0
平坂地区	14.87	975	1,249	4,412	453	65.6	84.0	296.7
碧南地区	19.88	726	1,909	5,753	792	36.5	96.0	289.4
計	195.50	18,259	33,025	117,589	644	93.4	168.9	601.5

区・吉良地区・碧南地区・矢作地区の順に低くなる。豊田地区の増加指数が異常とも思える大きな値を示すのは、1946年当時の戸数が少ないためである。畝部地区が高いのは、豊田市の人口急増の影響を受けていると考えられる。矢作地区・吉良地区・碧南地区が高い増加指数を示すのは、既存の農業地区から近接都市の影響を受けて住宅化・工業化が進んだためと考えられる。家屋密度では、1946年では平均93.4戸/km²であったものが、1964年には168.9戸/km²、1978年には601.5戸/km²となり、その増加は著しい。1979年について地区別に見ると、日名・乙川地区・吉良地区が高密度であり、1 km²当り1,000戸を越している。

VI むすび

以上のように、矢作川本川の洪水疎通能力は戦後最大洪水相当量を通水し得る河道区間はわずかであり、支流小流域でも3分の2以上の流域で、確率雨量1/5程度の流量をも充分に通水できないのが現状であるにもかかわらず、下流平野の想定氾濫区域内の家屋戸数は、敗戦直後から約6倍にも増加している。このことは、約50年間、偶然にも本川の破堤による洪水災害を経験してこなかったことから、“堤防過信”が助長され、多くの人口が洪水危険地域へと集中した結果と見ることができる。現況においても洪水災害危険度は増大しており、将来においても、流域の開発はますます洪水災害危険度を増大させる方向に向かうことはま

ちがない。都市化に象徴される流域の開発が、いかに災害危険度を増大させているかが、矢作川流域について顕著に示されている。したがって、今後河道改修のみならず、氾濫想定区域内の宅地化の進行に対する何らかの規制措置、もしくはそれに代わる治水対策がきわめて重要である。

謝 辞

本稿を、愛知教育大学地理学教室を退官される榎原康男先生に捧げる。本研究の機会を与えて下さり、数々の貴重なご意見を賜った東京大学土木工学科の高橋裕教授に対し、心から御礼申し上げます。また、調査に際し協力を惜しまれなかった中部地建河川局と同豊橋工事々務所の担当係官ならびに航空写真の便宜をはかって下さった建設省国土地理院中部支所の担当係官に対して心から御礼申し上げます。本研究は、文部省科研費、1979～1981年度自然災害特別研究「洪水災害危険度の評価法に関する研究」（代表者、高橋 裕、課題番号00402006）を使用したことを付記する。

文 献

- 建設省河川局（1981）矢作川流域管理計画調査報告書（足立昭平委員長）、昭和55年度国土総合開発事業調査費、386P.
- 森山昭雄・浅井道広（1980）矢作川河床堆積物と給源岩石の造岩鉱物との粒度組成関係、地理評、53、9、557～573.
- 森山昭雄（1982）木曾川・矢作川流域の地形と地殻変動、第四紀学会講演要旨集、12、80～81.