

雨水対策における河川と下水道の連携



江戸川流頭部 利根川から分派



江戸川下流 放水路と旧江戸川

高島 英二郎(元江戸川河川事務所長)

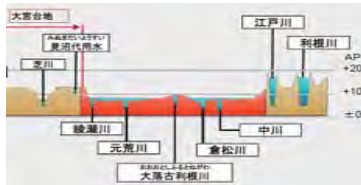
1

- 江戸川について(利根川の下流)
- 堤防、計画高水位についての思想
- 河川の流れについて(不等流、不定流など)
- 鶴見川について(都市河川、公表資料をもとに)
- 首都圏外郭放水路(地下河川、貯留・圧力流下)
- 河川と下水道の連携について考察

2

江戸川は 利根川から分派

江戸川の西は、中川・古利根川等の低地帯



江戸川沿いには 大規模な排水機場が多数



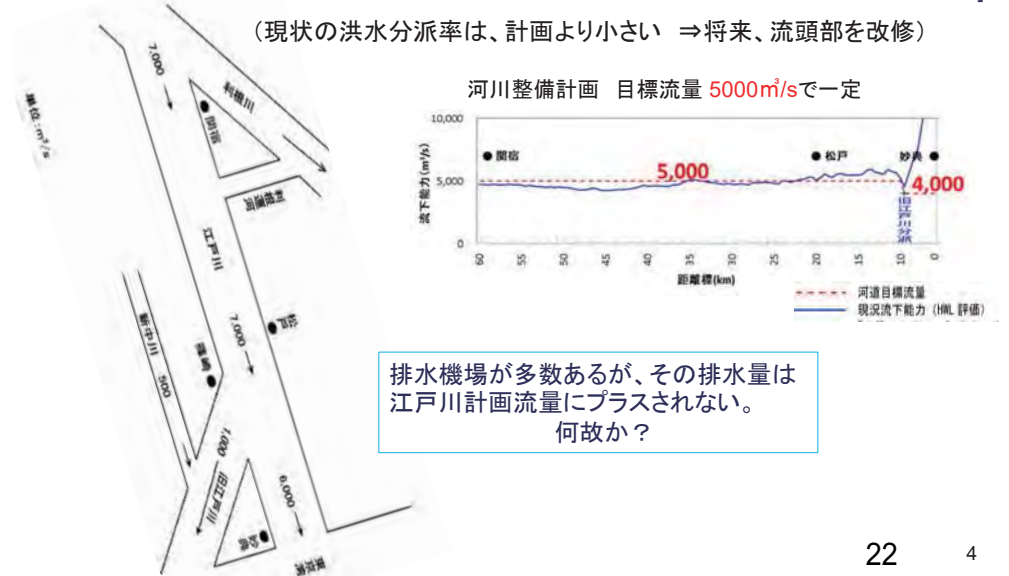
3

江戸川 計画高水流量は 利根川分派で決まる

河川整備基本方針(長期): 利根川17500m³/s から 7000m³/s(40%)分派[200年確率]

河川整備計画(30年): 利根川14000m³/s から 5000m³/s(36%)分派[70-80年確率]

(現状の洪水分派率は、計画より小さい ⇒将来、流頭部を改修)



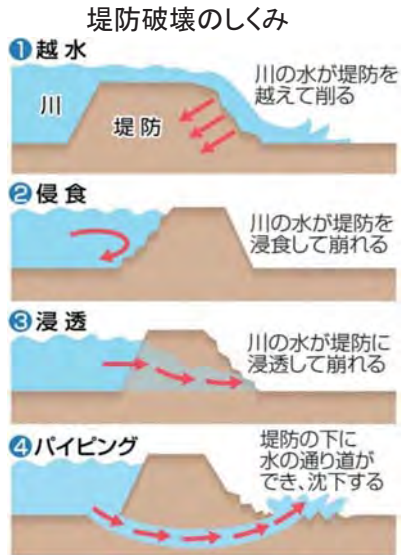
排水機場が多数あるが、その排水量は江戸川計画流量にプラスされない。何故か？

22

4

河川管理者にとって 堤防 は最重要

堤防は 大地上の長大な盛土⇒河川水位が上がれば漏水・決壊のおそれ



(西日本新聞HPイラストより)



鬼怒川の堤防決壊
(日経新聞HPより)



水防活動

5

一方、スーパー堤防 とは

堤防は「越水」すると壊れやすい

「スーパー堤防」は 超過洪水対策 越水しても決壊を防ぐなだらかな勾配
堤防高Hの30倍幅 (30H)



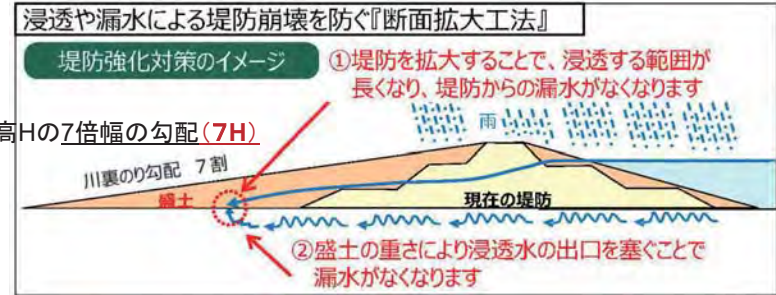
(荒川下流河川事務所HPより)

用地は買収しないが、...

「事業仕分け」を経て、計画区間見直し(後述)

7

利根川-江戸川における 堤防強化



利根川(埼玉県深谷市)~首都圏側 堤防強化事業 実施中~江戸川(埼玉県吉川市)



6

計画高水位 についての考え方

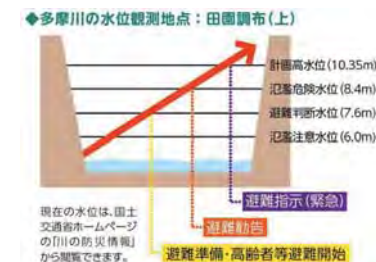
(洪水浸水想定区域図作成マニュアル)
氾濫開始水位は、原則、計画高水位とする

(河川管理施設等構造令)
堤防は計画高水位以下の水位の流水の通常的作用に対して安全な構造とする

堤防高 = 計画高水位 + 余裕高 (江戸川では2.0m) 余裕高は風浪・水防活動対応等

(洪水予報河川) 「氾濫危険水位」⇒避難勧告の発令

(計画高水位はこれ以上の水位)



23

8

計画は静的でも、実際の流れは動的

河道の水位計算は 不等流 (定常流=時間的一定)

実際は 不定流 (非定常流)

計画高水流量はピーク時のもの。定常的に供給されるわけではない。
場所・時により、河道に余裕がありうる ⇒これを考慮

河川流量と下水道放流の、ピーク時刻は、ずれることが多い。
時間的相対関係に注意

不等流計算: 流量を一定で与え、河道の場所ごとに水位を計算
不定流: 時間的にも場所的にも一定ではなく、水深・流量等が変化する流れ

河道には種々の凸凹、樹も生える。川底の土砂も一緒に流れる。⇒不安定要因

「鶴見川水系河川整備計画」と「鶴見川流域水害対策計画」

(ともに H19年3月策定 30年後目標)

[河川整備の目標や具体的な内容]

[流域で連携し浸水対策に取り組む計画]



流域の人口密度は一級水系で1位

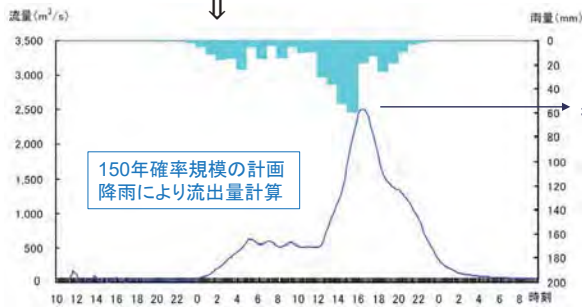
鶴見川多目的遊水地 (京浜河川事務所HPより)

- 狩野川台風流量(戦後最大)を目標
- ピーク流量 2110 m³/s (末吉橋)
- 流域対策 250 m³/s
- 下水道雨水貯留管等 30 m³/s
- 雨水貯留浸透(民間・公共)220m³/s
- 河川対策 1860 m³/s
- 洪水調節施設 360 m³/s
- 多目的遊水地 等
- 河道 1500 m³/s



鶴見川 河川整備基本方針 基本高水流量(150年確率)の計算

(基本高水等に関する関連資料)



河川整備基本方針の本文には
「流域対策を講じない場合の
洪水ピーク流量は 2860m³/s」
(左記 関連資料に説明なし)

差(流域対策) 260m³/s

基本高水ピーク流量 2600m³/s
遊水地等により洪水調節 800m³/s
計画高水流量 1800m³/s(河道)

(左図)計画ハイドログラフのように
流出量は変動する
(定常でピーク流量が流れるわけでない)

↑

[準線形貯留型モデル]

合理式に基づき、洪水到達時間内における有効降雨による流出への過程において、
線形貯留型モデルを用いるもの。

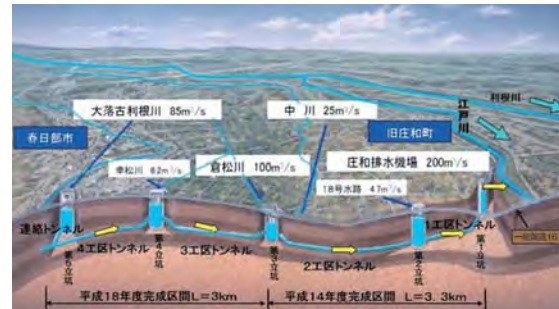
$$S=K \cdot q \quad re-q=dS/dt \quad K=tc/D$$

上記の(流域対策)は、このモデルで表現?

S: 貯留高mm q: 流出高mm/hr re: 有効降雨強度mm/hr tc: 洪水到達時間(流達時間)hr

計画における 流出量計算は、緻密なものではない(?)

(江戸川河川事務所管理) 首都圏外郭放水路、庄和排水機場 概要



放水路延長 6.3km 国道16号線下
内径約10m 土被り約50m
工期 平成4~18年度
事業費 2300億円

庄和排水機場
50m³/sガスタービン・ポンプ×4台
計画全揚程 14m
(模型写真)



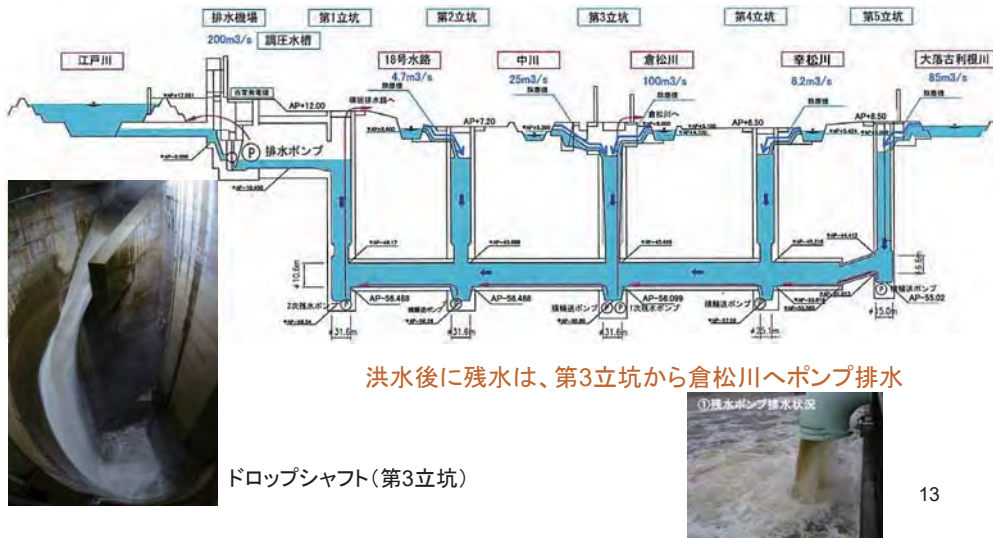
調圧水槽(長177m 内幅71m 内高18m)



首都圏外郭放水路 しくみ

各河川の越流堤から流入 ⇒ 貯留(70万m³)

江戸川へポンプ排水(最大200m³/s) ← 流下 ← 圧力管

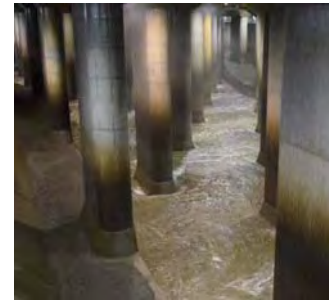


洪水後に残水は、第3立坑から倉松川へポンプ排水

ドロップシャフト(第3立坑)

首都圏外郭放水路 維持管理

倉松川からの流入
除塵設備 ⇒ ベルトコンベアでホッパーへ



調圧水槽
の水流

ガスタービンエンジン(発電用)
分解整備のため取り外し



堆積土砂の除去工事



スーパー堤防 計画の見直し

埼玉新聞2010年4月
首都圏外郭放水路 調圧水槽にて
前原大臣 記者会見

7H堤防

30H堤防
スーパー堤防は、2010年 事業仕分け、
2011年 国検討会 を経て
計画 6河川 870km ⇒ 5河川 120km
に絞り込み。

利根川では廃止。
江戸川等では、下流の人口集中ゼロメートル
地帯のみに。



(荒川下流河川事務所HPより)

河川と下水道の連携に向けて

“水位を下げる対策が治水の大原則” ⇒ 下水道と利害一致
(気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について)

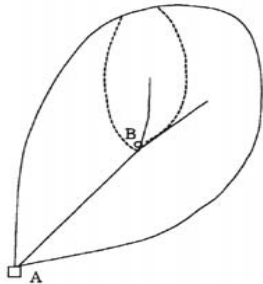
- 河道掘削
- 内水河川→排水機場の設置・運転
- ダム、調節池、遊水地

河川と下水道について、技術論の深化・進化を

比流量をもって河川高水流量を面積割配分 は、一見合理的だが、
高水比流量は、集水面積が大きいほど小さくなる特性

[Creager曲線(下図)など、次頁]

⇒一律の比流量をもって、排水量を制限することの是非



「中小河川計画の手引き」(H11年)
(国土技術研究センターwebで公開)

“これまでは・・・比流量で支川に分配するなどの手法により、支川の流量を小さく押さえてきた場合が多い。つまり、・・・本川にとって安全側に支川の流量を設定してきた。”

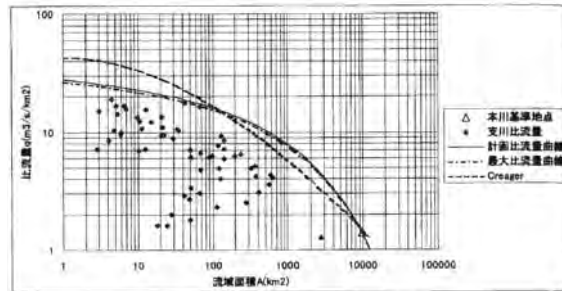


図-4.4.2 比流量曲線図(本川基本高水ピーク流量)

内水と外水のピーク時差を把握・利用

「内水処理計画策定の手引き」p.177 河川局治水課監修 H7年(国土技術研究センターwebで公開)

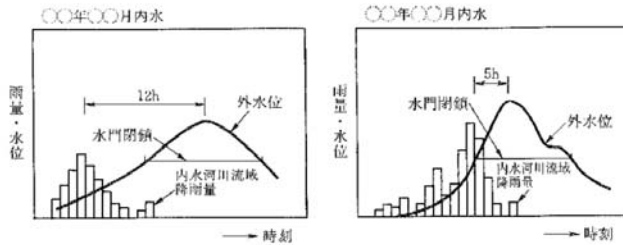


図 3.2 内水雨量と外水位の相対関係

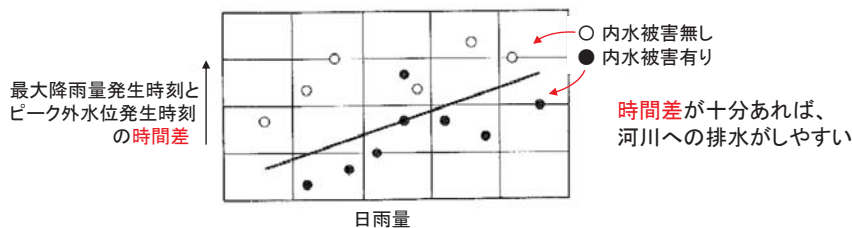
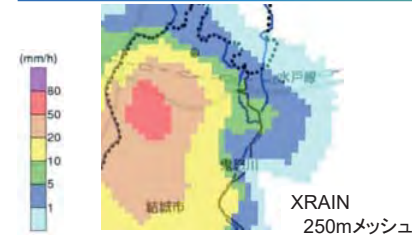
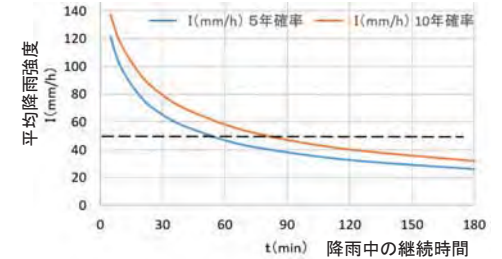


図 3.3 降雨のピークと外水位のピーク時間差と被害の有無

降雨の空間分布と時間分布



集水面積が大きいほど、高水比流量は小さくなる
なぜならば、降雨ピークを中心に
・面積を大きくとるほど、面的平均降雨強度は小さく
・継続時間(流達時間)が長いほど、
時間的な平均降雨強度は小さく
→「降雨強度曲線・式」



$$\text{合理式 } Q (\text{m}^3/\text{秒}) = 1/360 C \cdot I (\text{mm/h}) \cdot A (\text{ha})$$

I は「流達時間内」の「平均降雨強度」(合理式には、時間変化が簡潔に組み込まれている)

$$\text{比流量 } Q/A = 1/360 C \cdot I$$

河川側と議論するためにも、降雨強度式や合理式などの理解は基本

ポンプ排水の効率化の推進

[気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策の推進について 提言R2年6月] p.9

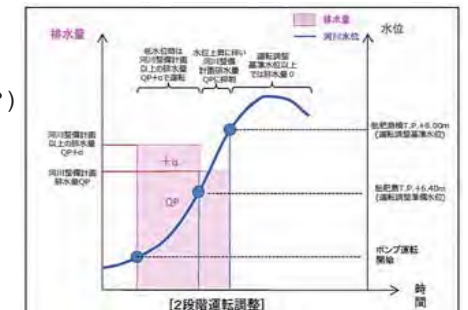
・排水先の河川の水位が低く、水位予測によっても河川の水位上昇が見込まれない場合などは、予備ポンプ等の既設排水ポンプや排水ポンプ車等の更なる活用により効果的な内水排除を推進すべき。
その際に、河川管理者と調整を行った上で、社会経済被害の最小化に向け相互に連携し、地域の実情に応じた排水ポンプの運転調整ルールを適切に設定することを推進すべき。

(名古屋市における連携事例(庄内川)の水平展開)

河川には、上～下流の複数都市から流入
考えられる課題 更なる検討

- ・河川水位の予測精度向上
→下水道流出量の適切なインプットが求められる(?)
- ・水位・堤防状況など諸情報の取得・伝達
- ・川沿いに複数都市の排水機場が
連なる場合の公平な調整方法 など
(安全度の上下流バランス)

国交省都市浸水対策検討会資料H31.3



運用管理を緻密に行うために

河川・下水道とも、データの取得・管理に緻密さが求められるのでは

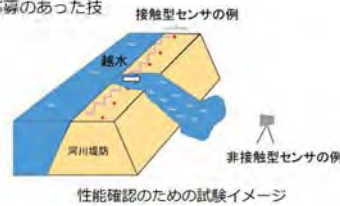
洪水による 堤防の変状検知、粘り強い堤防

“河川堤防は、いつどこで決壊するか、推定するのは困難”(河川専門家)

○ 堤防の変状検知システム に関する技術公募 (国総研 河川研究室)

・このたび、堤防の決壊を視覚によらず早期に確認することを目的とし、越水や侵食に伴う河川堤防の変状を捉える「変状検知システム」を、民間企業等から公募します。応募のあった技術のうち選考されたものについては、性能確認のための試験を行います。

2020年11月 10者を選定
まだこれから



○ 粘り強い堤防: 越流しても、決壊しにくく、決壊するまでの時間を少しでも長くする

“技術研究開発を進め、特にリスクの高い箇所等で整備を進めるべき”

「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について」R2年7月社会資本整備審議会



21

ご清聴ありがとうございました



江戸川、中川、利根川東遷については 月刊下水道で報告しました
2019.1・2月号 江戸川・中川と利根川〈前・後編〉
2020.夏増刊号 江戸川水運と利根運河

23

連携の推進を

河川管理者は、堤防を守る、ダム・堰の管理など、外水対策に重点。
河川管理者にとって、堤防を守ることが都市を守ること

(鶴見川流域水害対策計画 基本方針)
“「流域」の安全度を早期に向上させる”

実測データ充実 情報の融通 相互に理解
目的を共有 経験を積み、段階的に前進。



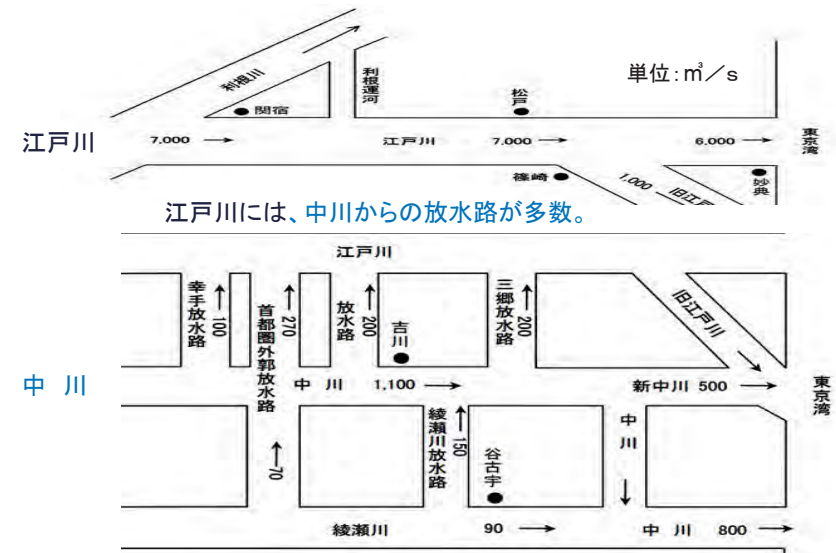
水防団による水防工法(裏シート張り工)
利根川水系 水防演習 H29年

下水道側は河川の立場、河川側は下水道の立場を理解し、
バランスのとれた姿を目指していく。

22

(以下、補足資料)

江戸川および中川 計画高水流量図 (河川整備基本方針)

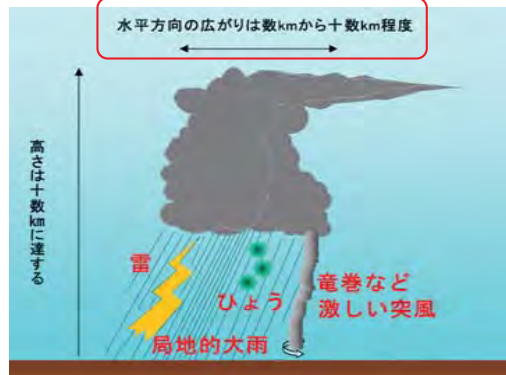


首都圏外郭放水路は、地下の、流下型放水路。

27 24

降雨の空間・時間分布に関して(下水道排水区)

◆降雨の空間分布について



気象庁:局地的大雨から身を守るために

下水道排水区数の9割以上は2.0 km²以下、平均は0.56 km² (国交省調べ)

⇒合理式で、降雨の空間分布を一様と扱うことは、河川流域より小さい下水道排水区では許容しやすい。

◆降雨の時間分布について

合理式においても、降雨強度曲線等を使うことで、時間分布は考慮。

25

合理式は、降雨強度の時間変動(分布)を考慮

(合理式は「一定降雨が仮定条件」、「時間的な関連性はない」と言われることがあるが、)

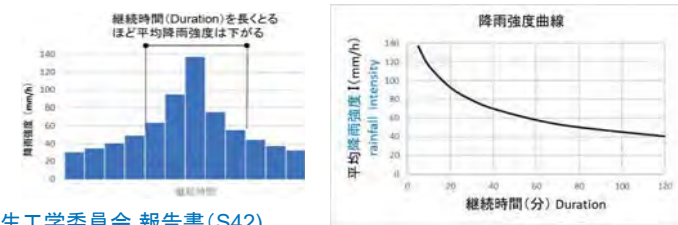
流達時間 t_c (time of concentration) = 排水区域全体から雨が流集する時間

流出量ピークの形成は、2つの要因による

①集水域全体から雨水が流集する (t_c 以上、降雨が継続)

②時間変動する降雨強度の大きい部分が流集

合理式では、降雨強度曲線等により、「流達時間内の平均降雨強度」を用いる (変動するから「平均」する)



土木学会 衛生工学委員会 報告書(S42)

合理式について「流達時間に相当する時間内に降る雨の平均強度を降雨強度とするため、降雨継続時間が短いほど降雨強度が大である」という降雨特性を、計算に入れることができる。

アメリカ土木学会・WEF 合理式の仮定

The peak discharge at any point is directly proportional to the average rainfall intensity during the time of concentration to that point.

26