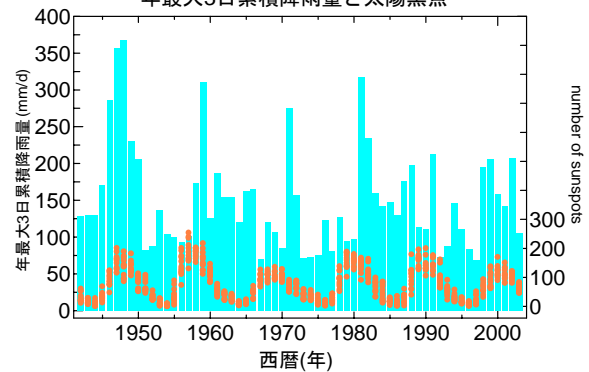


水工学分野での現状と課題

中央大学 山田正

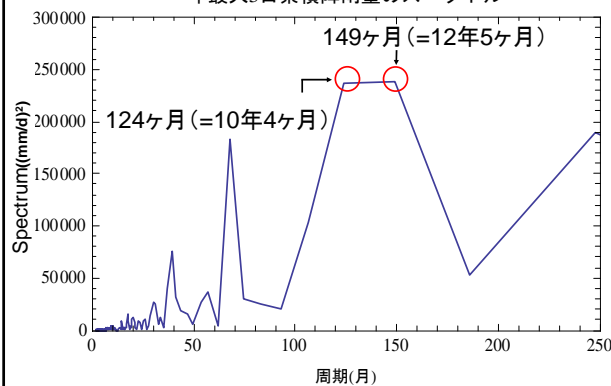
1. 雨の統計学 — 周期性を持つ降雨の極地統計と河川計画への導入

利根川水系吾妻川中之条観測所(標高:351m)(1942-2003)における年最大3日累積降雨量と太陽黒点



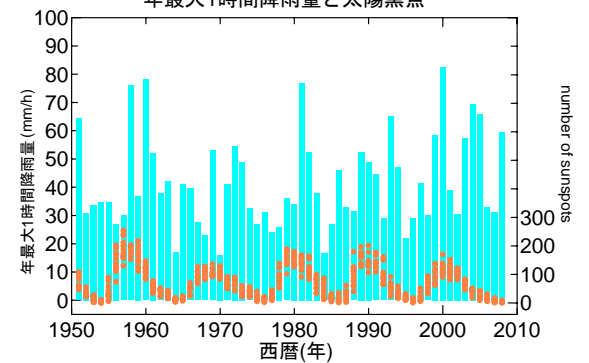
1. 雨の統計学 — 周期性を持つ降雨の極地統計と河川計画への導入

利根川水系吾妻川中之条観測所(標高:351m)(1942-2003)における年最大3日累積降雨量のスペクトル



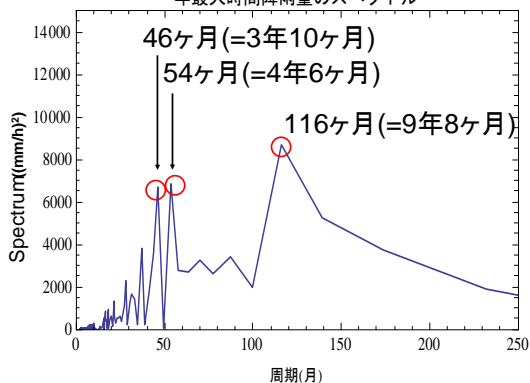
1. 雨の統計学 — 周期性を持つ降雨の極地統計と河川計画への導入

東京大手町(標高:6m)(1951-2008)における年最大1時間降雨量と太陽黒点



1. 雨の統計学 — 周期性を持つ降雨の極地統計と河川計画への導入

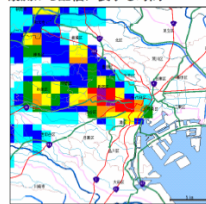
東京大手町(標高:6m)(1951-2008)における年最大1時間降雨量のスペクトル



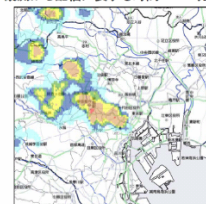
2. XバンドMPLレーダーの利用

- 都市域等に高頻度、高分解能なXバンドMPLレーダーを導入し、局地的な大雨(いわゆるゲリラ豪雨)や集中豪雨の被害低減に向けた実況観測を強化します。
- 従来レーダー(Cバンドレーダー)に比べ、高頻度(5倍)、高分解能(16倍)での観測が可能です。また、これまで5~10分かかっていた配信に要する時間を1~2分に短縮しております。
- 平成22年3月末までに三大都市圏等(関東、中部、近畿、北陸)に計11基を整備しました。今後、九州地方、中国地方等への整備を進める予定です。

【既存レーダー(Cバンドレーダー)】
 (最小観測面積:1kmメッシュ、観測間隔:5分
 観測から配信に要する時間 5~10分)



【XバンドMPLレーダー】
 (最小観測面積:250mメッシュ、観測間隔:1分
 観測から配信に要する時間 1~2分)



※Cバンドレーダー(定常観測半径120km)は広域的な降雨観測に適するのに対し、XバンドMPLレーダー(定常観測半径60km)は観測可能エリアは小さいものの局地的な大雨についても詳細かつリアルタイムでの観測が可能。

3. 分布型流出モデルの適用性

○ 流出計算における計算式

サブ流域における斜面流出計算 (山田・呉モデル)

$$\frac{dq_s}{dt} = a_s q_s^0 (r(t) - q_0 - q_s) \quad \dots \text{表面流}$$

$$\frac{dq_m}{dt} = a_m q_m^0 (q_0 - q_s) \quad \dots \text{中間流}$$

$$\frac{dq_b}{dt} = (r(t) - q_0) \frac{q_0 - K_s}{h_s + h_b} - \frac{q_0}{(\theta_s - \theta_r) K_s (h_s + h_b)} \quad \dots \text{鉛直浸透流}$$

$$\frac{dh_s}{dt} = r(t) - q_0 - q_s \quad \dots \text{湛水深}$$

河道における流出計算 (一次元不定流計算)

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial (Q \frac{\partial Q}{\partial x})}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{n^2 g Q |Q|}{AR^{3/2}} = 0 \quad \dots \text{運動方程式}$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad \dots \text{連続式}$$

初期にHortonタイプの表面流が発生し、土壌内全てが飽和に達した後、Dunne・高神タイプへと変化している

3. 分布型流出モデルの適用性

○ 流出計算に用いた河道網

3. 分布型流出モデルの適用性

計算結果 (渡良瀬川流域: 流域面積2621km²)

飽和透水係数の空間分布が降雨流出に与える影響

平均飽和透水係数を一様に与えた時と飽和透水係数を空間的に分布させた時の流量の比較

ハイドログラフは立ち上がり、減衰部ともほとんど差異は見られず、いずれの場合も流量の差異は、無視できる程度少ないことがわかる。これにより、飽和透水係数の空間分布が降雨流出に与える影響は小さいことを示した。

3. 分布型流出モデルの適用性

ハツ場ダムの流量制御有無による八斗島地点における利根川の流量・水位ハイドログラフの比較 (H10.9台風)

ピーク流量の相違
 飽和透水係数0.03cm/sのとき979m³/s
 飽和透水係数0.05cm/sのとき1267m³/s
 飽和透水係数0.07cm/sのとき1307m³/s
 ・実測流量のピーク値922m³/s

ピーク水位の相違
 飽和透水係数0.03cm/sのとき30.9cm
 飽和透水係数0.05cm/sのとき38.5cm
 飽和透水係数0.07cm/sのとき31.4cm

4. 河川の流れの計算手法と適用範囲の明確化 — 複断面開水路における大規模水平渦 —

大規模水平渦の有無が流れに与える影響

水路全幅: 60m 低水路幅: 30m
 低水路相対係数: 0.015 高水路相対係数: 0.1
 水路勾配: 1/1000 高水路高さ: 3m

連続式:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

運動方程式:

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial (uM)}{\partial x} + \frac{\partial (vM)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_{xx}}{\rho} + g \left(\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} \right)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial (uN)}{\partial x} + \frac{\partial (vN)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_{yy}}{\rho} + g \left(\frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right)$$

境界条件:
 上流→流量
 下流→等流水深を満たす水位

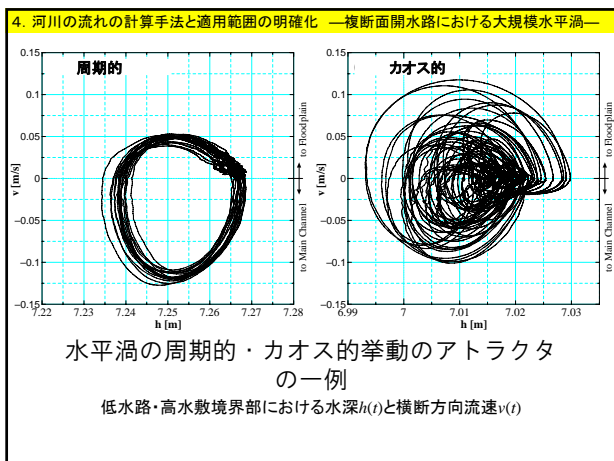
4. 河川の流れの計算手法と適用範囲の明確化 — 複断面開水路における大規模水平渦 —

周期的な渦と非周期的な渦の確認

周期的な渦
 水路幅60m 低水路幅30m 高水路幅15m
 $Q=876 \text{ m}^3/\text{s}$ 水路勾配1/1000
 低水路相対係数0.015 高水路相対係数0.100

非周期的な渦
 水路幅135m 低水路幅75m 高水路幅30m
 $Q=2244 \text{ m}^3/\text{s}$ 水路勾配1/1000
 低水路相対係数0.015 高水路相対係数0.100

下流端境界条件: 水位一定
 図面は上から流速ベクトル図、水位コンター図と左側境界部縦断面水深図



5. CommonMPの導入と発展

CommonMPの導入

経緯

- 河川分野ではコンサル各社が河川別に独自ソフトで解析・物質管理等、より複雑な一体的解析が必要
- しかし、技術者の有する技術力は相対的に低下
- 河川分野ソフト・データの共通プラットフォームへ
- 河川・下水道分野を横断した共通プラットフォームへ

目的

総合的な水物質管理モデルの解析共通プラットフォームとして、複雑な現象を統合的に解析すること。

総合的な水物質管理モデル
基本となる水物質管理モデル
流出・水質解析モデル
雨水流出・河流水質・汚濁
(得意の開発範囲)

H21.7 CommonMP 開発・運用コンソーシアム®設立
H22.3 CommonMP Ver. 1.0 リリース
中国交省下水道部、河川局、環境研、土木学会、建設コンサル、水コン協の6者

概要

- 解析モデル(要素モデル®)を構築し、外部データを読み込んだ解析が可能
- GIS等のGUI(Graphical User Interface)機能も装備

※ 要素モデルとは、CommonMP上で稼動する解析モデルのことです。求める結果に合わせて任意に組み合わせることが可能。

CommonMP
下記ホームページから無料ダウンロード可能
CommonMPホームページ <http://framework.nihm.go.jp/index.html>

5. CommonMPの導入と発展

ある河川への適応事例

シミュレーションの実施

- #### 6. 地球温暖化に伴う気候変動に対する適応策
- ### 土木学会地球温暖化対策特別委員会
- ### 地球温暖化に挑む土木工学
- #### 第四編 地球温暖化に対する適応策
- はじめに
 - 地球温暖化時代における社会基盤と土木技術
 - 賢い選択と粘り強い適応に基づく持続可能な社会
 - 3-1 水の安全保障
 - 3-2 地球温暖化と気候変動に関する既往の提言
 - 3-3 地球温暖化と気候変動に関する不確実性と賢い選択
 - 3-4 粘り強い適応
 - 適応策に関する工学からの寄与
 - 4-1 治水の整備水準が低い中での気候変化の襲来
 - 4-2 既存の枠組みに囚われない既存のストックの活用
 - 4-3 画期的な水災害リスク評価手法の開発と公開
 - 4-4 水資源政策の転換
 - 4-5 諸外国の適応策への支援
 - 4-6 水問題に関する教育の革新
 - 4-7 地球温暖化適応策実施のための法的・経済的・社会的システムの整備

- #### 6. 地球温暖化に伴う気候変動に対する適応策
- ### 土木学会地球温暖化対策特別委員会
- ### 地球温暖化に挑む土木工学
- #### 第四編 地球温暖化に対する適応策
- 4-8 余裕ある社会へ向けて生活・制度の見直し
 - 適応策に関する海岸工学からの寄与
 - 5-1 適応策の基本的な考え方
 - 5-2 適応策オプション
 - 5-3 適応策のタイムスケジュール
 - 適応策に関する環境工学からの寄与
 - 6-1 概要
 - 6-2 各側面での適応策
 - 水の安全保障に関する適応策の推進に向けての提言
 - 土木学会と土木技術者としての適応策—粘り強い賢い選択
- 新成長戦略・水ビジネス**
- 前原国土交通大臣 今後の治水対策のあり方に関する有識者会議**

6. 地球温暖化に伴う気候変動に対する適応策

温暖化の影響と適応策 一覧表の一例

気温・水温の上昇 降雨・積雪の減少 降雨のパターンの変化1 (洪水対策) 降雨のパターンの変化2 (豪雨洪水対策) 台風・高潮の変化 複合災害 海水面の上昇 衛生害虫の北上	X	水関連災害(流域・河川) 水関連災害(沿岸域) 水供給 下水とその処理 廃棄物処理 水環境 都市生活 農村生活 その他	X	影響 適応策
---	---	---	---	-----------

考えられる温暖化の影響と適応策を一般に公発し、影響は155個、適応策は253個の案が出た。

項目	影響	適応策
気候変動(気候・気象)	気候変動に伴う気候変動	気候変動に伴う気候変動の予測・評価
気候変動(水)	気候変動に伴う水資源の変化	水資源の変化に伴う水資源の確保・管理
気候変動(水質)	気候変動に伴う水質の変化	水質の変化に伴う水質の改善・管理
気候変動(水害)	気候変動に伴う水害の変化	水害の変化に伴う水害の対策
気候変動(水環境)	気候変動に伴う水環境の変化	水環境の変化に伴う水環境の改善・管理
気候変動(都市生活)	気候変動に伴う都市生活の変化	都市生活の変化に伴う都市生活の改善・管理
気候変動(農村生活)	気候変動に伴う農村生活の変化	農村生活の変化に伴う農村生活の改善・管理
気候変動(衛生害虫)	気候変動に伴う衛生害虫の北上	衛生害虫の北上に伴う衛生害虫の対策

水理・水文学における不確実性と不確定性