

第4章 河道特性調查

目次

| | | |
|-------|--------------------------|----|
| 第1節 | 總說..... | 1 |
| 1.1 | 河道特性調查的目的與定位..... | 1 |
| 1.2 | 河道特性調查的整體架構與本章架構..... | 2 |
| 1.3 | 河道特性調查的意義與活用..... | 3 |
| 1.4 | 構成河道河川堤防相關各項調查之相互關係..... | 3 |
| 第2節 | 河道特性調查的基本要領..... | 6 |
| 2.1 | 河道階層構造與類型區分..... | 6 |
| 2.1.1 | 河道的階層構造..... | 6 |
| 2.1.2 | 河道類型區分..... | 7 |
| 2.1.3 | 沖積河道的區段及其類型..... | 9 |
| 2.2 | 河道構成材料粒徑分類與名稱..... | 10 |
| 2.3 | 以粒徑集團為主之土砂動態的掌握..... | 12 |
| 2.4 | 沖積河川河床材料之掌握..... | 12 |
| 2.4.1 | 河道構成材料的大致分類..... | 12 |
| 2.4.2 | 代表粒徑之設定..... | 13 |
| 2.4.3 | 混合粒徑河床材料的整理與分析..... | 15 |
| 第3節 | 各時間點的河道狀況..... | 16 |
| 3.1 | 河道的形狀..... | 16 |
| 3.1.1 | 河川的地形測量..... | 16 |
| 3.1.2 | 河口的地形測量..... | 17 |
| 3.2 | 構造物設置狀況..... | 17 |
| 3.3 | 河床形態..... | 17 |
| 3.3.1 | 中規模河床形態..... | 17 |
| 3.3.2 | 小規模河床形態..... | 19 |
| 3.3.3 | 局部淘刷..... | 19 |
| 3.4 | 表面・表層之狀態..... | 19 |
| 3.4.1 | 總說..... | 19 |
| 3.4.2 | 河床材料調查..... | 20 |
| 3.4.3 | 河岸・高灘地的構成材料調查..... | 21 |
| 3.4.4 | 岩盤、軟岩等固結物與半固結物調查..... | 21 |
| 3.4.5 | 有黏性材料的調查..... | 21 |
| 3.4.6 | 河口河床材料調查..... | 22 |
| 3.4.7 | 植物繁茂狀況調查..... | 23 |
| 3.4.8 | 其他堆積物等的調查..... | 23 |
| 3.5 | 平常時的水理環境..... | 23 |
| 第4節 | 河道狀況的時間變化..... | 24 |
| 4.1 | 時間變化之掌握..... | 24 |
| 4.2 | 基本調查之進行方法..... | 25 |
| 4.3 | 焦點河道變化為起點的擴充調查..... | 26 |

| | | |
|-------|-------------------------|----|
| 4.4 | 常年變化的整理..... | 28 |
| 4.5 | 洪水導致變化的調查..... | 28 |
| 4.5.1 | 洪水前後河道狀況之比較..... | 28 |
| 4.5.2 | 洪水期間河床變化等的追蹤..... | 29 |
| 第 5 節 | 洪水的作用..... | 30 |
| 5.1 | 基本水理量的整理..... | 30 |
| 5.2 | 洪水觀測之特性掌握..... | 31 |
| 第 6 節 | 土砂運移特性..... | 32 |
| 6.1 | 調查之組合..... | 32 |
| 6.2 | 依基本水理量之土砂運移形態分析..... | 33 |
| 6.3 | 土砂運移觀測..... | 34 |
| 6.3.1 | 總論..... | 34 |
| 6.3.2 | 掃流土砂量(推移質輸砂量)調查..... | 34 |
| 6.3.3 | 懸浮質輸砂量調查..... | 35 |
| 6.3.4 | 整理水理量與土砂運移量觀測結果的關係..... | 36 |
| 6.4 | 土砂收支調查..... | 36 |
| 6.5 | 綜合觀測調查..... | 36 |
| 第 7 節 | 河道相關的各種狀況..... | 37 |
| 7.1 | 流域・水系環境及其變遷之整理..... | 37 |
| 7.1.1 | 流域概要..... | 37 |
| 7.1.2 | 流域平面圖與主要內容項目..... | 37 |
| 7.1.3 | 流域的地形・地質..... | 37 |
| 7.1.4 | 水文特性..... | 38 |
| 7.1.5 | 水庫・防砂壩等的整備狀況..... | 38 |
| 7.2 | 河川整備及其他河道狀況之整理..... | 39 |
| 7.2.1 | 主要洪水與河道計畫・河川整修紀錄..... | 39 |
| 7.2.2 | 河道變遷..... | 39 |
| 7.2.3 | 河道疏通・採砂..... | 40 |
| 7.2.4 | 河道表層下的土層構造調查..... | 40 |
| 第 8 節 | 調查結果之整理與綜合分析..... | 40 |
| 8.1 | 河道特性調查結果之整理..... | 40 |
| 8.2 | 河道特性調查結果的綜合分析..... | 42 |

第4章 河道特性調查

第1節 總說

1.1 河道特性調查的目的與定位

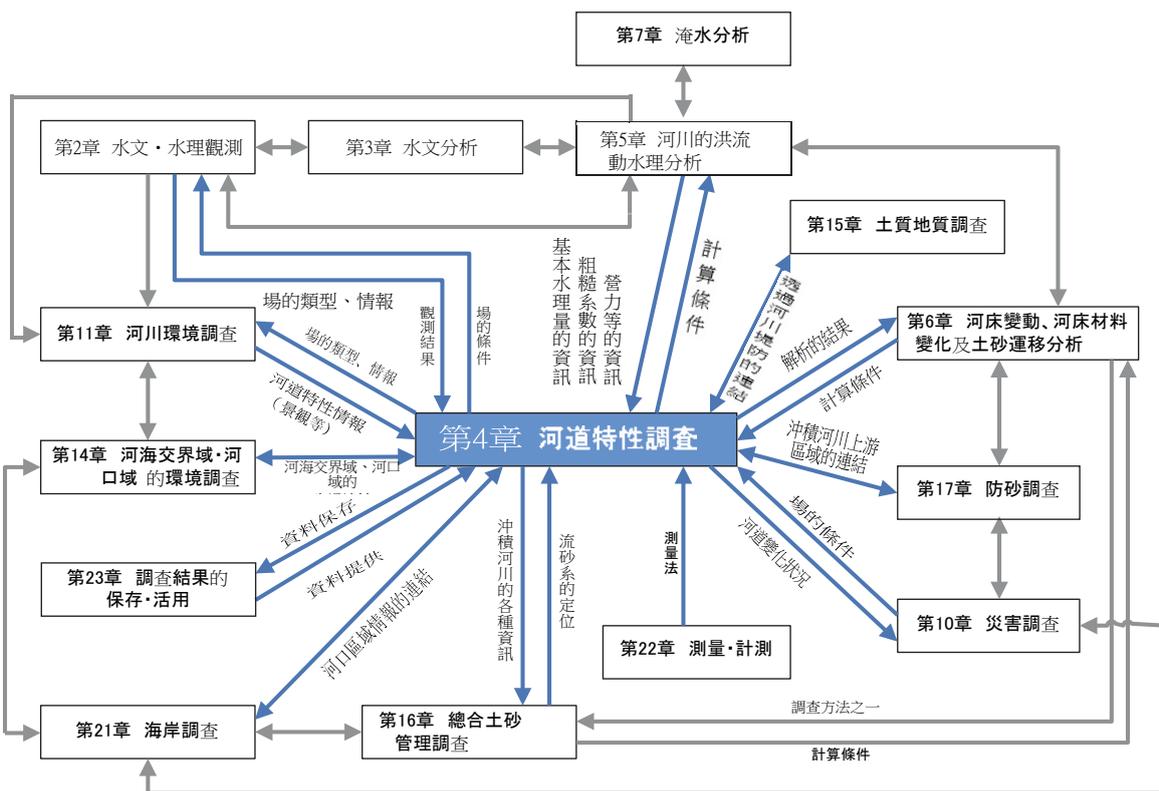
<概說>

本章說明構成河道特性各種要素的調查方法，以及搭配運用這些調查結果、綜合了解對象河道特性的方法。在此所謂河道特性，指擬定河川等計畫、實施設計與維護管理所應掌握之「沖積河川種種樣態之整體狀況」。河道特性調查的整體構成及其活用，本節1.2將有所說明。

沖積河川有非常多面貌，構成河道特性的各種要素不會毫無相關地存在，而是彼此緊密關聯地形成河道系統。因此，透過計畫、設計、維護管理等檢討、掌握河川內涵，應鎖定與該當目的直接有關的機能、特性與場所，進行河川調查，並須事先掌握、了解對象河川的河道特性。

通常，河道特性構成要素包括河道本身以及與河道直接相關的各種狀況。本章介紹各種河道特性調查，包括流域與水系環境等沖積河川相關的狀況及其變遷，都屬調查對象。此外，河道形狀與河道材料等河道相關基本事項的調查方法，本章也會綜合說明。

為了掌握上述河道特性調查的性質，本章所介紹的調查應取得對象河川狀況相關基礎資訊。其內容如圖 4-1-1 所示，並且和其他章節的調查關係密接。最好把包括本章調查內容在內的調查體系整體狀況納入考量，有機地讓調查編所處理河道相關調查相互連結，適當有效率地推動。



※箭頭代表各章節之間資訊之接收、傳遞

圖4-1-1 河道特性調查與調查編各章關係鳥瞰圖

<參考資料>

河道特性的概念，有其河川技術之體系發展及河道特性調查的基本論述，可參考下列資料。

- 1) 山本晃一，(財)河川環境管理財團企畫：沖積河川－構造與動態－，技報堂出版，2010.

1.2 河道特性調查的整體架構與本章之架構

<概說>

圖4-1-2乃是河道特性調查的整體架構與本章架構。

首先第2節說明實施本章調查之前須先了解的共通事項。本節之中如「2.1 河道的階層構造與類型區分」也可適用於第11章 河川環境調查時如何抽樣選出河道形狀相關的河川環境要素等等，並且也能作為其他章節實施調查的工具。

第3~7節說明構成河道特性調查個別事項。因此，這部分也相當於河道特性調查的整體架構。其內容包括各時間點河道狀況相關調查（第3節）、河道狀況隨時間變化的相關調查（第4節）、河道形成與變化營力之洪水作用相關調查（第5節）、河道系統中扮演重要角色的土砂運移特性相關調查（第6節）、與河道有關各種狀況的調查（第7節）。這些章節就調查內容而言彼此都有密切關聯，而且也具有能相互利用調查結果的關係。

第8節說明第3~7節所述調查之結果，整理起來當作為河道相關基礎資訊，並且針對所取得調查結果進行橫向、綜合性的分析。

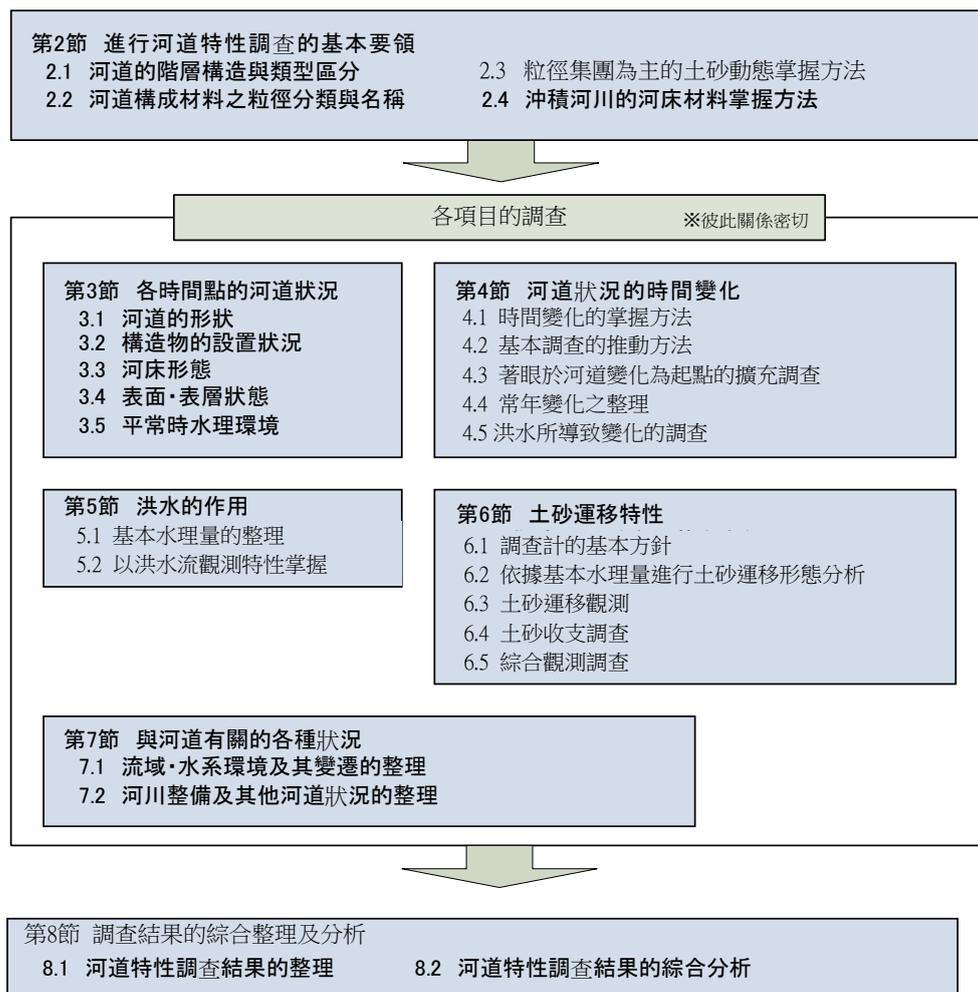


圖4-1-2 河道特性調查的整體架構與本章之架構

1.3 河道特性調查的意義與活用

<概說>

河道特性調查在於從各種角度整體掌握河道基本性質與特性

- 1) 河川流動能力確保的河道計畫
- 2) 水氾濫危險性或堤防安全性之評估
- 3) 洪水之際河道變動狀況與河道安定性之評估
- 4) 各種河道變化的河道管理檢討
- 5) 與河道改變、土砂運移關係密切的河川構造物之設計及其維護管理
- 6) 以河道物理環境及土砂運移調控為主軸的河川環境保全及管理
- 7) 掌握流域與水系環境變化的河道管理、
- 8) 綜合掌握上述檢討，從整合觀點之治水・利水・環保・維護管理等河道狀況檢討

河川特性調查負責提供共通與基礎性資訊，作為擬定河川計畫、設計與適當維護管理所需相關技術之參考。

正因為如此，實施並整理河道特性調查須有一貫方針，並且儘可能針對管理對象之河川全盤予以實施，並且統一方式彙整、累積資料。這部分所須注意事項，在本章8.1將有說明。

1.4 構成河道河川堤防相關各項調查之相互關係

<概說>

河川堤防具有許多和河川有關的狀況與內容，對於調查編定位之理解非常重要。以下說明河川堤防各種調查的相互關係。

1) 了解河川堤防各種調查相互關係的重要性

河川堤防是河道主要構成要素之1，原則上由填方形成，屬於需高頻率維護管理的構造物，常因營力產生變動的河床或河岸具有不同性質。因此，本章第3節「各時點的河道狀況」之後，不會直接討論河川堤防，但須了解，河川堤防構成河道，乃是直接防範洪水氾濫、淹沒堤內地的河川構造物，因此原本就有許多內涵與狀況和河川關係密切。

因此，河川砂防技術基準（計畫編、調查編、設計編、維持管理編），就有許多河川堤防相關的調查與檢討事項。其中，調查編同樣包含許多直接間接和河川堤防有關的內容。

掌握河川堤防技術特徵之後，除了活用河川堤防相關各種領域（地盤工程學、水工學、地形學等）的調查結果，也應深入了解各調查之定位與相互關係，讓各種不同調查有機地連結起來，如此就能讓河川堤防發揮其原有的綜合性功能，提供河川治理綜合技術判斷之參考。

如第1章「總論」所述，調查編目的在於「適當實施河川等的計畫、設計與維護管理」，至於調查編與其他編（計畫編、設計編、維持管理編）的相互關係，主要是調查編可提供適當的技術方法等，而且包含和各河川堤防相關的內容（參照第1章總論表1-3-1）。

至於與河川堤防相關調查內容之相互關係，如下。

2) 河川堤防相關各種內容與狀況

河川堤防主要構成要素包括堤體與地基（基礎）。堤防附近河道、與堤防一體化設置的構造物（護岸、丁壩、水門、閘門、暗管等）也屬構成要素。此外，和基盤空間連結的堤內地，必要時也可視為相關要素之一。

河川堤防有時也具有堤體－基盤－河道相互作用，在各種構造物機制與過程中發揮預定機能，但有時也會出現變化或變形，或者承受過度外力導致破壞。河川堤防的構造、機制以及其過程的代表性類型，可從地盤工程學、水工學等加以分析，一般而言，滲透與地震動所導致的變化・變形・破壞屬於前者，侵蝕所造成的變化與變形、破壞由後者處理。但只做這樣的分類還是無法充分分析、了解實際發生狀況，因此「境界領域現象」之學術領域方法，希能充實。

不論河川堤防是否能發揮機能，或者出現變化・變狀與破壞，都與堤防本身以及作用在堤防的各種狀況有關。因此，這部份應是調查主要目標。所謂堤防的各種狀況，指堤防內容項目，以及特性、構造、狀態（表面、內部）等等。有時不只堤防狀況，就連河道（堤外地）與周邊堤內地狀況，也有關聯。另一方面，堤防相關作用與狀況之中，也有如下種類，其中有些和堤防具有雙方向作用的關係。

a) 洪水

洪水以水位、流速、流水造成剪力、水壓等形式對堤防發揮外力作用，作用持續時間久，就可能破壞堤防。因此，堤防最重要的機能是抵擋預定的洪水侵襲（參照河川管理設施等構造令第18條）。

另一方面，堤防的機能原本就是防範洪水氾濫進入堤內地，因此有堤防的地方會比沒有堤防更能控制洪水流動。但堤防對洪水控制強度愈大，等於洪水作用在堤防的力量也大。就此而言，洪水與堤防乃是具有雙向相互作用的關係。根據這樣的關係，可從堤間寬度與洪水時水量之關係也就是「河川寬度」的角度，以及從堤防堤線與洪水流之關係的「平面形」角度進行檢討。

b) 地下水流動

周邊地下水流動有可能會成為決定堤防水文條件1大要素。反之，若實施基盤對策，有些對策工法也會讓堤防對地下水流動產生影響。

c) 地震震動、地殼變動

外力對堤防的作用與影響，地震震動的安全性依條件為堤坊之重要機能之一。

d) 河床變動

洪水流動或氾濫水流會引起土砂運移，有時造成地形改變。若堤防旁邊出現地形變化，這便是外力對堤防發揮作用。搭配上上述 a) 的討論，有必要建立一種觀念，那就是堤防和洪水具備有堤防→洪水流→土砂運移→地形變化→堤防的相互作用。換言之，河川堤防透過洪水作用 某種程度影響河道形成，甚至可說透過物理環境形成，進一步影響形成河川環境（參照第 11 章 河川環境調查 1.4）。

e) 時間的經過

非來自外力作用，有時堤防內含的變化與形狀改變，時間一久可能發揮出來，代表性例子是，堤體重量導致地層下陷，以及出現各種不正常狀況。

f) 生物性作用

生長在堤防表面的植物，其莖葉或根毛披覆堤防，具有防護降雨與流水侵蝕堤防表面機能，但時間久了植物根毛層可能降低堤防機能。動物方面主要例子是土撥鼠。這些動植物之所以對堤防機能造成影響，可能也是堤體土質緣故。就此而言，堤防與生物作用可說具有雙向關係。

g) 氣象等

降水、日射、氣溫等氣象條件、會影響河口附近堤防的潮位等海象條件、平均水位狀況、大範圍地層下陷等，都可視為影響堤防機能的外力作用或環境條件。其中，降水與平均水位、潮位決定常態下的堤防內水分狀況；與洪水同時發生的降雨，則是導致滲透、破壞堤防變形的外力因素。至於日射狀況則影響 f) 所述的植物生長。

h) 堤內地狀況

堤內地內水或上游流下來的氾濫洪水，若被主流或支流的堤防攔截，可能從堤內地這一側滲透或侵蝕，此時就得檢討堤內地淹水與氾濫會不會直接影響堤防安全的問題。此外，堤內地土地利用狀況有時會直接造成管湧與滲透問題。須注意堤內地和堤防機能各種不同因素的關聯。

i) 人群活動、社會性的衝擊

河川利用依其形態會對堤防機能造成影響。

上述各種作用未必單獨出現，比如，d) 的部分也會提到和 a) 的關連，也就是這些作用彼此相互影響，加上與堤防原本存在相互作用，都可能產生各種影響堤防機能、帶來變化、堤防形狀改變甚至破壞堤防的狀況。

堤防也會直接因為堤防強化、補修、維護管理而直接改變，同時也會因為河川整修等堤防周邊狀況改變而受影響。因此，實施堤防維護管理相關工作，應符合河川等計畫、設計與維護管理目標，進行必要的技術檢討。至於上述 a) ~ i) 各項因素，未必一定會對堤防產生「作用」，問題是須掌握其過程，這部份同樣需要進行必要的技術性檢討。

3) 與調查編各項調查的關係

由第1章 總論 表 1-3-1 堤防欄與上記 2) 可知，河川堤防相關調查即使調查編這部份也有非常多不同的項目，其中針對堤防的內容項目、特性、構造、狀態（表面、內部），第15章 土質地質調查第2節 河川堤防的土質地質調查、第3節 河川構造物的土質與地質調查 之中，詳細說明土質與地質為主的調查作法。內容項目（形狀）的調查，則在本章 第3節 各時間點河道狀況與 第22章 測量與計測 有所說明。針對堤防基礎及周邊堤內地（氾濫平原）與河道（堤外地）的地形與地質特性，第15章 土質地質調查 第2節 河川堤防土質地質調查與本章 第2節 河道特性調查的基本要領、第3節 各時間點的河道狀況，都有說明實施調查的方法與要領。

上述的 a) ~ i) 之中，b) 和第2章 水文・水理觀測第6節 地下水觀測、第3章 水文分析 第3節 地下水分析具有關聯性；a) 與 d) 則指出，說明豪雨所產生洪水與沿河道流動洪水相關調查方法的第2章 水文・水理觀測、第3章 水文分析、第5章 河川的洪水流水理分析，和處理洪水流動導致土砂運移與河床變動的 第6章 「河床變動、河床材料變化與土砂運移分析」，具有密切的關係。

本章第5節洪水流的作用與第6節土砂運移特性的內容對於了解洪水流作用等河道特性與堤防之相互作用，很有幫助。

h) 的部分，可參考第7章「淹水分析」。

g) 相關的調查則可參考第2章「水文・水理觀測」內容。

i) 則可參考第11章「河川環境調查」第14節「河川空間利用實際狀況調查」。

堤防強化、補修與維護管理方面，如何掌握過去相關做法的紀錄並加以累積保存，可參考本章第7節河道相關各種狀況，以及第23章調查結果的保存與活用。

災害調查可提供河川堤防技術重要的知識經驗參考，且河川堤防重建須有相當技術判斷，可參考第10章 災害調查的2.1與第15章 土質地質調查2.3。

調查編之外，河川砂防技術基準維護管理編介紹各種以蒐集基本資料、河川巡視、點檢等掌握堤防狀態的做法。首先掌握調查結果，然後視必要根據事先設定的方法進行堤防機能診斷、評估、稽核，設定可能出現的狀況，然後進行技術性評估，實施適當的計畫、設計、維護管理、水防與危機管理等。

由上可知，河川堤防相關調查內容龐雜，需適度的選擇與搭配，建立針對河川堤防整體的技術性判斷能力。亦即實施個別領域調查之外，同時也應了解河川堤防相關各種調查的定位與相互關係，讓各種調查能有機地連結起來。總之，進行河川堤防調查須有非常廣範圍的基本認知。

而且，調查過程中會發現各種狀況與相互影響要素，並且和堤防彼此影響，因此必須和處理河道特性同樣地，用系統性角度建立河川堤防相關技術體系。

第2節 河道特性調查的基本要領

2.1 河道階層構造與類型區分

2.1.1 河道的階層構造

<概說>

河道具有如下階層構造。

- 河道係空間尺度、形成與變化所需時間尺度不同的各種構成要素（如表4-2-1之類型）的集合體。
- 該集合體的代表尺度可用級序區分成不同的階層。
- 上位階層可視為下位階層構成要素群形成與變化的前提條件。

本調查編根據這樣的概念，在階層構造之下，設定各種類型。

在河川相關調查之中實施以「場」為重點調查之際，為了活用各種調查結果，或讓該調查定位更容易被了解，會事先明確說明對象的場類型。

一般而言，場的類型會隨階層不同或因其所屬上位階層的類型而產生不同類型區分結構。因此，進行場的類型區分，應事先將河道階層構造納入考量。

此外，即便同一個階層的場，有時也會因為所著眼的代表性現象而產生不同的類型稱呼（比如本節 2.1.2 說明的河口域與河海交界域）。同樣的，所著眼的現象與狀況不同，適合用來解釋的代表長度也不同，因此有時即便同一階層內，也會採用不同的類型區分（比如，本節 2.1.2 說明的沖積河道區間與分段）。

| 階層 | 量表 | | 類型舉例 | 該當階層・量表類型出現相關的代表性狀況 |
|----|------|------------------|---|---|
| | 種別 | 代表長度 ※n代表1~10 | | |
| 上位 | 大規模 | 平地寬度 流域寬 | 地形區分、分段 | 形成河道縱斷形狀，地殼變動，海水面變動 |
| | 中規模 | 河川寬xn | 伴隨沙洲出現的淺灘・深潭 | 形成沙洲，蜿蜒 |
| | 小規模 | 洪水時的水深 或河岸高xn | 階梯狀河床的淺灘與深潭，構造物等周邊的水潭，河岸・水邊・水域，溪畔林，河畔林，彎狀堆積區，水窪，潮上帶・潮間帶・潮下帶 | 形成階段狀河床，障礙物周邊局部淘刷，形成河岸・高灘地，形成沙洲・分岐流路，潮位變動 |
| 下位 | 微小規模 | 數cm~數十cm | 河床粗礫・護甲層，表層礫之空隙構造或細粒土砂充填度相關的物質，會產生小規模河床波的物質 | 小規模河床波消長，混合粒徑之土砂運移 |

2.1.2 河道類型區分

<標準>

調查編針對河道階層（參照表 4-2-1）之中的大規模尺度，設定以下的類型區分；

- 1) 溪流區間
- 2) 山地河道區間
- 3) 沖積河道區間（進一步實施分段）
- 4) 河口域
- 5) 河海交界域

此外，3) 沖積河道區間定位為同一階層區分，進一步進行分段。分段方法參考本節 2.1.3 說明。1) ~ 5) 定義如下。

1) 溪流區間

由山區流下的河川，其所生產並供給該區間的土砂，能以土石流等高濃度且集合形態移動，是河床縱斷面斜率較大區間；也可能是土石流區域與掃流區域之中，來自山腹或坑溝土砂供給影響優勢之區間河川。

2) 山地河道區間

由山區流下的河川，其所生產並供給該區間的土砂不會以土石流等高濃度與集合性移動，而是一種洪水時以掃流或懸浮形態運移的「場」形態，土砂則堆積在河床。河岸有一定比例是構成山體的岩石，或者由支溪流與斜坡崩塌供給的巨岩構成，所形成之河岸位置與河川寬度的區間。

如本節 2.1.3 所述，山地河道區間與溪流區間總稱為分段分類 M。

3) 沖積河道區間

為河川貫穿沖積平原、谷底平原與盆地的河道區間。谷底平原指寬度大於河川流路寬數倍以上、山谷中由河川搬運下來砂礫所形成之低地。這些河道區間雖受堤防與谷壁制約洪水流動幅度，或狹窄部水位上升造成迴水等洪水流動特性上之差異，但河岸乃是由河床堆積物所構成，其區間結構會因為河岸位置、河川寬度所受到的侵蝕與堆積平衡作用而有所變動與調節。如本節 2.1.3 所述，根據分段可將河床斜率、河床材料(河床質)、河寬等河道諸量分為好幾個類群。

4) 河口域

此乃地形形成過程中波浪、潮位與河川水流相互作用之優勢河道～海岸區域。河口域內的河道一側為河口沙洲湧水或潮位變動所伴隨洪水時水位上升・低下背水的區間為止。海岸側則為河口堆砂平台舌狀所延伸的最遠點為止（相當於移動邊界水深的等高線為準）。濱線方向有河口堆砂平台之寬度或有河口沙洲時，沙洲湧水後可再度形成沙洲之底質供給源為範圍。

5) 河海交界域

潮位變動、海水入侵所造成塩分濃度變化的河道區間，以及河口淡水逕流導致塩分濃度明顯變化的海岸區域。4) 的河口域與感潮區間範圍經常重疊，因此，「河海交界域」乃是著重其水位變動特別是塩分濃度等水質與生物棲息環境為觀點而做的區分。

本章處理這部分問題的主要是 3)、4)，及 2) 之一部分提到。5) 則包含在 3)、4) 之中，本章不討論河海交界環境，因此不會把 5) 當作直接對象。調查編各章與這種類型區分的關係大致如下。

1) 溪流區間：[第17章](#)

2) 山地河道區間：[第4章](#)、[第5章](#)、[第6章](#)、[第11章](#)、[第17章](#)

3) 沖積河道：[第4章](#)、[第5章](#)、[第6章](#)、[第11章](#)

4) 河口域：[第4章](#)、[第14章](#)、[第21章](#)

5) 河海交界域：[第14章](#)

※此外，[第16章](#)內容有包含 1)～4)。

<建 議>

如上述，大規模尺度區分的各種類型之下，還有中規模以及小規模、微小規模之類型區分。

進行河道相關調查，有時河川環境會成為主要調查對象，因此應注意表 4-2-1 所說明的階層構造，儘量也把中規模以下類型區分進行必要的共通化，適切地說明其場的類型，並用一貫方法說明所累積的資訊。

2.1.3 沖積河道的區段及其類型

<標準>

進行河道特性調查時，就於本節2.1.2所示的沖積河道區間之標準作法如下：

- 1) 幾乎相同河床坡降且有類似特徵的區間，依縱斷面形狀區分河道，
- 2) 這樣的區分稱為「區段」，實施區段的各河道區間都會冠上用來識別的名稱「區段-◎△」。
- 3) 進行河道特性整理與分析之際，應活用這項區分。

此外，分段並非為了地形區分而實施，而是自始便是一種合理的整理方法，目的是掌握河道特性，實施有效的河川計畫、設計與維護管理。

<建議>

從橫斷的角度了解複數河川內容，應針對每條河川內部所劃分各個區段實施類型化，整理出各分段所擁有的一般性特徵與個別特色。

<例示>

各分段類型化代表性做法如下。

每條河川分成幾個區段，會因為分段的目的（愈仔細注意河道特性差異，區段數目會愈多）而有差異，較單純的河川（從山區就已離開堆積空間而直接流入大海的河川，且無重要支流匯合），離開山區之後多半就可以有如下3種類型的分段。

有扇狀地的河川，沿扇狀地流下的河道區間通常就是分為區段類型1，其下游河床材料（河床質）擁有粗砂或中沙的自然堤防帶或相當於三角洲的部分為區段類型2-2，其下游河床材料有細砂~粉粒的，則為區段3類型。

沒有扇狀地的河川，離開山區之後會直接進入自然堤防帶，為河床材料為砂石的區段類型2-1，其下游河床材料有粗砂與中砂的為區段類型2-2，更下游河床材料有細砂~粉粒的，為區段類型3。

此外，有些無扇狀地的河川，存在粒徑1cm以下河床材料為主的區段（流域中有風化花崗岩的河川等），這部分也屬區段類型2-2。

須注意，下游堆積空間或堆積空間大小之有無，會導致有些河川以成區段類型1入海，也有以區段類型2-1入海。

表4-2-2說明上述區段類型與地形區分之關係，以及各區段類型與河床材料、河岸構成材料、斜率、蜿蜒速度、河岸侵蝕程度、河道深度之概略關係。此外，本表的區段類型1、2-1、2-2、3再加上包含溪流區間與山地河道區間的區間，總稱為區段類型M，以之掌握整個河川水系。

針對對象河川實施區段的結果，若所得到的各區段直接符合上述類型之一，可直接把類型名當作該當區段名稱，概括地掌握區段區分及其類型化結果。比如，若判斷某區段屬於區段類型2-2，就可直接稱呼該區段為「區段2-2」。

如表 4-2-2 所示，劃分的區段多半能充分顯示地形區分。但如前述，分段並非為了實施地形區分，只是用來掌握河道特性、實施有效河川整備與管理的合理整理法。因此，必要時可以不必在乎地形區分而實施適宜的區段。比如，有時在沖積扇的河川也有必要將擁有區段 1 類型的區段，進一步區分為 2 個或 3 個小區段。此外，區段M之中幾乎都能進一步區分為複數的區段。

表4-2-2 沖積河道區間代表性區段類型及其特徵

| | 區段M | 區段1 | 區段2 | | 區段3 |
|-----------------|--|--------------------------------|---------------------------------|-----------|----------------------|
| | | | 2-1 | 2-2 | |
| 地形區分 | ←山區 → ←扇狀地 → ← 谷底平原 → ← 自然堤防帶 → ← 三角洲 → | | | | |
| 河床材料的代表粒徑 d_R | 種類繁多 | 2cm 以上 | 3cm~1cm | 1cm~0.3mm | 0.3mm 以下 |
| 河岸的構成材料 | 河床河岸多半出現岩石 | 表層覆蓋著砂子與粉粒，但很薄，而且主要是和河床材料相同的物質 | 細砂、粉粒、黏土的混合材料。但下方與河床材料相同 | | 粉粒、黏土 |
| 斜率的程度 | 種類繁多 | 1/60~1/400 | 1/400~1/5,000 | | 1/5,000~水平 |
| 蜿蜒程度 | 種類繁多 | 少彎曲 | 蜿蜒劇烈，但河川寬度與水深比較大的地方會出現 8 字蜿蜒或小島 | | 有的蜿蜒明顯，有的稍微蜿蜒 |
| 河岸侵蝕程度 | 非常劇烈 | 非常劇烈 | 中 (河床材料較大的水河道流動速度快) | | 弱 (幾乎所有的水路位置都無流動) |
| 低水河道的平均深度 | 種類繁多 | 0.5~3m | 2~8m | | 3~8m |

※區段M不等於沖積河道區間，且為用來含括溪流區間與山地河道區間，能掌握河川水系整體狀況。

< 參考資料 >

沖積河道區間的區段及表4-2-2詳細做法，可參考下列資料。

- 1) 山本晃一，(財)河川環境管理財團企畫：沖積河川—構造與動態—，技報堂出版，2010.

2.2 河道構成材料粒徑分類與名稱

< 標準 >

調查編之中有關河道構成材料的粒徑分類與名稱，標準做法如表 4-2-3。

本表之中只有左起第二列的中礫與細礫界線（4mm）與第三列的中礫與小礫界線（16mm）分間。因此，若有必要嚴密定義中礫，為了能清楚區分，標準做法是寫成「中礫（□mm~）」。

此外，好幾種粒徑分類綁在一起而且是表 4-2-3 所無的稱呼，標準做法如下。

- 「礫」：粒徑2mm以上材料總稱，稱為「礫」。可包含細礫或小礫至巨礫。
- 「石礫」：屬於上述定義的「礫」範疇，而且是由粒徑分類包含大礫以上、幅度很大粒徑所構成的材料。這種粒徑分類通常用來說明其所存在大礫以上的粒徑範圍，會對河床變動造成支配性的影響。
- 「砂礫」：由上述定義的「礫」與砂所構成的材料。但實際上多半用來總稱從砂到中礫為止的各種材料。

表4-2-3 粒徑分類與名稱

| 日本使用的名稱 | | Udden-wentworth Scale** | AGU的分類 | | 粒徑範圍(mm) | | ϕ 尺度*** |
|---------|------------------|-------------------------|------------------|---------------------|---------------|--|----------------|
| 巨礫 | 巨 礫 | 巨 礫 | boulders | very large boulders | 4096~2048 | | -11 |
| | | | | large boulders | 2048~1024 | | -10 |
| | | | | medium boulders | 1024~512 | | -9 |
| | | | | small boulders | 512~256 | | -8 |
| 玉石 | 大 礫 | 大 礫 | cobbles | large cobbles | 256~128 | | -7 |
| | | | | small cobbles | 128~64 | | -6 |
| 砂石 | 中 礫 (pebbles) | 中 礫 (pebbles) | gravel | very large gravel | 64~32 | | -5 |
| | | | | coarse gravel | 32~16 | | -4 |
| | medium gravel | 16~8 | | -3 | | | |
| | fine gravel | 8~4 | | -2 | | | |
| | 細 礫 | 小 礫 (gravel) | very fine gravel | 4~2 | -1 | | |
| 砂 | 極 粗 砂 | 極 粗 砂 | sand | very large sand | 2~1 | | 0 |
| | 粗 砂 | 粗 砂 | | coarse sand | 1~1/2 | | 1 |
| | 中 砂 | 中 砂 | | medium sand | 1/2~1/4 | | 2 |
| | 細 砂 | 細 砂 | | fine sand | 1/4~1/8 | | 3 |
| | 微 細 砂 | 微 細 砂 | | very fine sand | 1/8~1/16 | | 4 |
| 坊粒 | 粗粒坊粒 | 坊粒 | silt | coarse silt | 1/16~1/32 | | 5 |
| | 中粒坊粒 | | | medium silt | 1/32~1/64 | | 6 |
| | 細粒坊粒 | | | fine silt | 1/64~1/128 | | 7 |
| | 微細粒坊粒 | | | very fine silt | 1/128~1/256 | | 8 |
| 黏土 | 粗粒黏土 | 黏土 | clay | coarse clay | 1/256~1/512 | | 9 |
| | 中粒黏土 | | | medium clay | 1/512~1/1024 | | 10 |
| | 細粒黏土 | | | fine clay | 1/1024~1/2048 | | 11 |
| | 微細粒黏土 | | | very fine clay | 1/2048~1/4096 | | 0.0005~0.00024 |

*主要應用在河川工程學領域。土質工程學領域則分類為礫(2.0mm以上)、粗砂(0.42~0.74mm)、坊粒(0.074~0.005mm)、黏土(0.005~0.001mm)、膠體(0.001mm以下)。

**原本運用在地質學領域，但Cummins(1962)應用在河川生態學領域。

*** ϕ 尺度 $\phi = -\log_2 d$ (d: 土砂粒子的大小(mm))

<參考資料>

製作表4-2-3可參考下列文獻。

- 1) 河村三郎：土砂水理學 1，p.3，森北出版，1982.
- 2) Cummins, K.W.: An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic water, American Midland Naturalist, 67, pp.477-504, 1962.

<建 議>

從河川工程學的角度或從生物生息與生育場物理環境的角度調查河道，對不同的粒徑分類與名稱有所不同，造成針對相同河道進行調查，所得到結果卻很難相互比較或整合，可能降低河道特性的解釋與分析效率，因此最好儘量採用相同的粒徑分類與名稱。

2.3 以粒徑集團為主之土砂動態的掌握

<建議>

進行河道特性調查，必要時應具體運用可掌握大範圍土砂動態的技術架構之1，也就是「粒徑集團」、「有效粒徑集團」、「混合型」、「通過型」等概念。

這些定義與技術之意義請參照第16章 綜合土砂管理基礎調查 第2節 調查的基本架構 [2.2.1](#) 如何掌握土砂狀態 有關沖積河川的舉例說明。

2.4 沖積河川河床材料之掌握

2.4.1 河道構成材料大致分類

<建議>

河道構成材料的調查、整理與分析工作，建議首先確認對象河道的構成材料分類是屬於材料 m、s、t 的哪一種。

這些材料分類各自定義如下，也可一併參考圖4-2-1。

1) 材料m (main, 主要的)

這是頻繁承受洪水營力在主流路相對低的河床領域的材料。通常就是低水河道的河床材料，沒特別說明時，所謂「河床材料」通常指材料m。如本節[2.4.2](#)、[2.4.3](#)所述，材料m的粒徑範圍大致有3種(A,B,C集團)，可從是否容易移動以及運移形態分析其異同。

2) 材料s (sub, 次要)

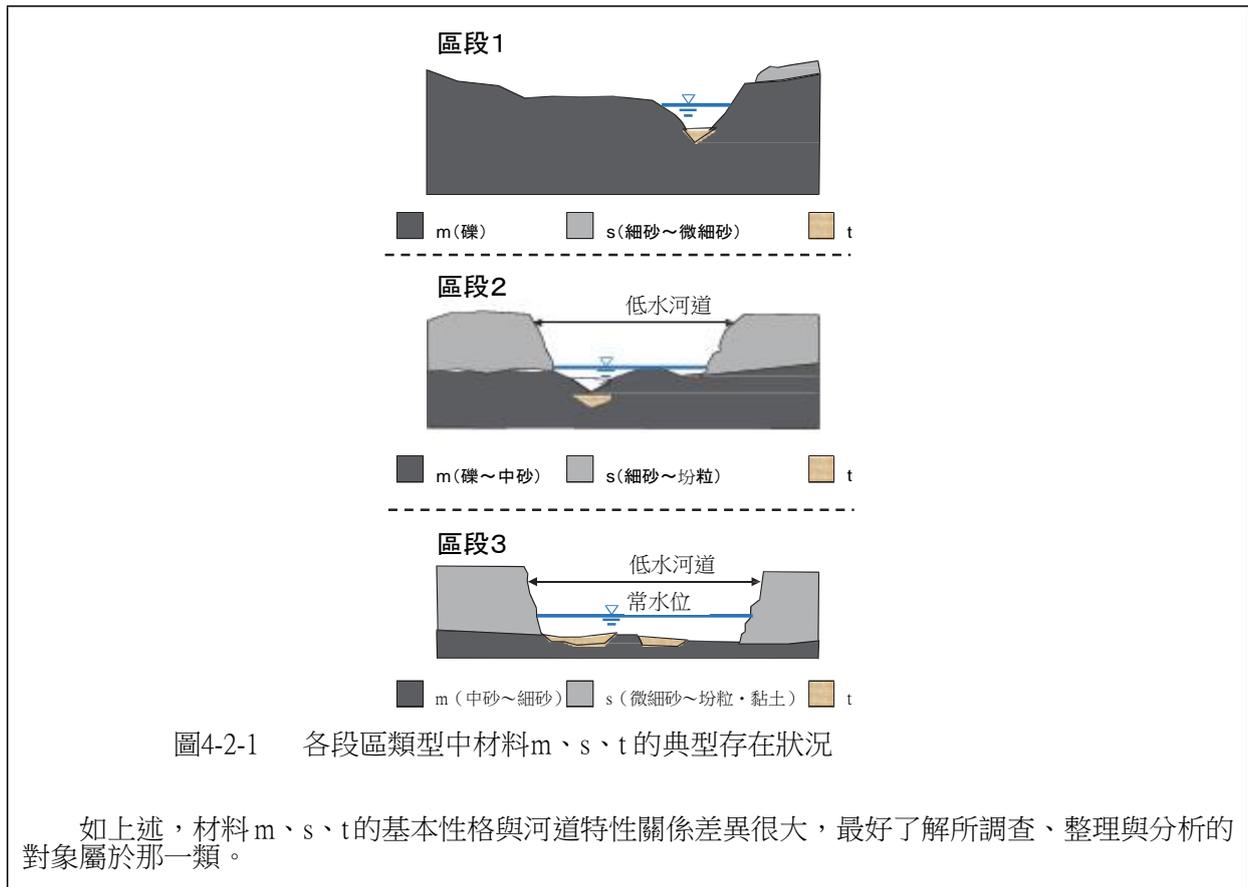
為材料 m 主流河道旁較高河床的材料，其粒徑範圍和材料 m 的粒徑範圍要不是沒有重疊就是比較小，而且大多包含比材料 m 平均粒徑小 1 級數以上的成分。通常是在主流河道內以懸浮形態運移。

材料 s 在本節 [2.1.3](#) 說明的區段類型 2 與 3 之中，為構成高灘地之本體。其材料含有坩粒與黏土，具有黏著力時，會呈現和河床材料不同的運移特性。因此，預測低水河道河岸的侵蝕形態與速度、判斷是否有護岸之必要性，以及推定是否有低水河道河川寬度擴大後土砂堆積導致河川寬度縮小時，需要材料 s 相關的資訊。

區段類型 1 之中即使材料 s 堆積，通常也是很薄。但此處植物生長狀況優於材料 m 礫石裸露地方，因此進行植物狀況分析時，需有材料 s 相關資訊。

3) 材料t (transient, 短暫)

為常流時水面下河床部分(材料m)上方(多半薄薄的)所覆蓋的材料，其粒徑範圍大約等於材料s或擁有更細的成分。材料t通常會有短時間不安定狀況，只要有一點點小規模洪水就會湧出或增減。材料m即便只是短暫且部分被材料t覆蓋，有時這也是微小規模的重要空間結構變化，甚至會影響常流狀況持續下的物質循環。粒狀有機物堆積也會被歸類為材料 t。



<參考資料>

河道構成材料大致分類（材料 m、s、t）的詳細做法，可參考下列資料。

- 1) 國土技術政策總合研究所環境研究部，(獨)土木研究所水環境研究群組自然共生中心：[水壩與下游河川物理環境關係](#)，國土技術政策總合研究所資料，第521號，土木研究所資料，第4140號，第2章2節，2009.

2.4.2 代表粒徑之設定

<標準>

河道特性整理與分析之標準做法是，根據以材料 m 為對象的河床材料調查結果，針對每個區段設定可決定某種粒徑代表值的河床材料是否容易移動或運移的量。河床材料粒徑代表值也就是代表粒徑 d_R 。

<例示>

可用以下方法設定代表粒徑 d_R 。

以材料 m 為砂子主體的區段，可用河床材料 d_{60} 當作代表粒徑。

材料 m 在砂礫或石礫的區段，可如下之順序將河床材料區分為 A、B、C 集團，設定其代表粒徑。河床材料區分方法可參考圖4-2-2。

- 1) 容積法之河床材料調查（參照本章3.4.2）取得的該區段粒徑分布，在橫軸以對數粒徑，縱軸為通過重量或體積百分率的圖面上，畫出粒徑累積曲線（參照圖4-2-2）。

- 2) 以粒徑2mm 做為區分粒徑，粒徑2mm 以下的砂為B 集團。但若其附近粒徑累積曲線上出現斜率急變點（通常大約1.0~2.0mm），這部分就是區分粒徑。
- 3) 粒徑累積曲線上由最大粒徑所形成直線狀（斜率固定）的部分為C 集團。
- 4) B 集團與C 集團之間暫設A' 集團。B 集團與A' 集團、A' 集團與C 集團通常會隔著粒徑累積曲線的斜率急變點相互連結。
- 5) 若A' 集團的粒徑累積曲線中有斜率急變點，可把暫設的A' 集團分割為A' 集團與A'' 集團。有時這個斜率急變點不會很明顯，此時就可根據該區段航道部表層材料的粒度分布（多半由C 集團與A' 集團構成）進行判斷，或者把C 集團與A' 集團之區分粒徑之 8 分之1 左右的粒徑當作A' 集團與A'' 集團的區分粒徑，將暫設的A' 集團分割為A' 集團與A'' 集團。而且，當新設的A'' 集團最大與最小粒徑比超過 15 時，也可以一面參考下游區段粒徑分布狀況，插入與B 集團相隣的A''' 集團，形成依粒徑大小順序排列的A'、A''、A''' 集團。
- 6) 最後，為了讓對象河川各小區段區分粒徑上下游一致，進行區分粒徑的微調整。
- 7) 根據上述河床材料區分，就可畫出只由C 集團與A' 集團構成的粒徑累積曲線，算出其60% 通過粒徑 d_{60} ，以此作為代表粒徑 d_R 。

A'' 集團以下含有率低於 20~30% 時，河床材料調查取得的粒徑分布 d_{60} 及其粒度分布，可適用上述順序，通常和C 集團算出來的代表粒徑差異很小。因此，若A'' 集團以下含有率低於 20~30%，可將河床材料調查取得的粒徑分布 d_{60} 當作代表粒徑（換言之，如此就可和材料 m 為砂子主體區段時一樣設定代表粒徑）。

以線格子法與面格子法實施河床材料調查（參照本章 3.4.2）時，A'' 集團以下含有率多半低於 20~30%，可不按照上述順序將河床材料調查所取得粒徑分布 d_{60} 作為代表粒徑。

此外，在河口或堰壩上游等中小洪水掃流相對較小處，有時會堆積很多比A'、C 集團細粒的材料，和包括該地點在內區段其他地點相比，出現細粒化狀況。設定這種地點在內的區段代表粒徑時，可略參考細粒化地點河床材料調查資料，但應更重視其他地點的數據資料。

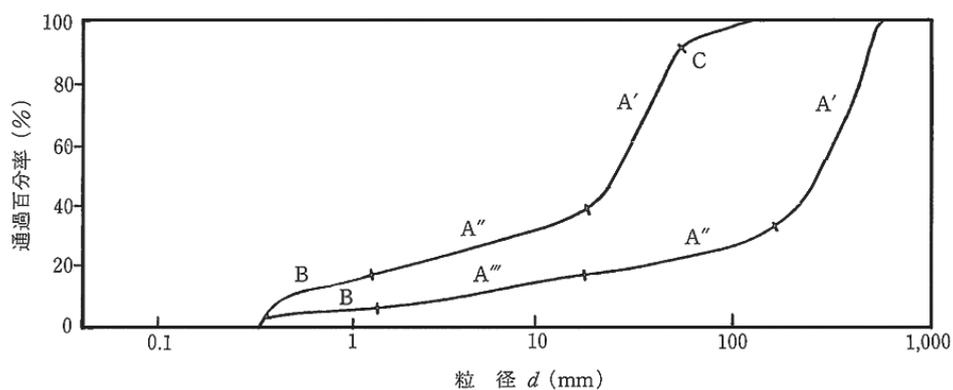


圖4-2-2 以粒徑累積曲線進行河床材料區分例示

<參考資料>

設定河床材料 A、B、C 集團的區分方法及代表粒徑，可參考下列資料。

- 1) 山本晃一，(財)河川環境管理財團企畫：沖積河川－構造與動態－，技報堂出版，2010。

2.4.3 混合粒徑河床材料的整理與分析

<概說>

本節2.4.2說明代表粒徑設定順序時使用的材料m如何區分為A、B、C集團，如下所示，其方法也可用來掌握混合粒徑河床材料。換言之，A'集團乃河床材料主構成材料，粒徑比這部分大的C集團，其移動速度比A'集團慢，應該會被遺留在河床。與河床變動有關的主要是CとA'集團，一般而言這兩者也就是決定材料m整體是否容易移動的主材料。另一方面，B集團或A''、A'''集團，乃是存在於大粒徑之間的基質集團，一般而言不太會影響河床變動。

由上可知，可以從C與A'算出本節2.4.2提到的代表粒徑 d_R 。

各集團可能各自擁有不同的運移形態與移動速度，因此，透過分別評估每個集團的移動性與移動量，可深入了解各該區段的土砂動態與河床變動特性（參照本章6.3）。代表粒徑 d_R 的設定順序，也是這種概念之一環。

此外，近年來相對於粒徑分布較狹窄且充分混合的混合粒徑材料，河床材料由砂礫到石礫各種不同粒徑大小構成的河川，許多研究認為有必要從掃流力的角度修正、改良從來之流沙與河床變動的架構。對於粒徑分布範圍較寬廣且其平面的不均一性較高的河床材料，其傳統之整理、分析、分析法的有效性，可能和粒徑分布範圍小且充分混合的材料狀況有所不同。

<參考資料>

河床材料各集團的運移形態可參考下列資料。

- 1) 山本晃一，(財)河川環境管理財團企畫：沖積河川－構造與動態－，技報堂出版，2010。

如何計算粒徑分布範圍較廣且其平面不均勻性較高、由砂礫到石礫等不同材料所構成河床材料之運移，可參考下列資料。

- 2) 福岡捷二：石礫河川的動床水理諸問題與解決方法，土木學會水工學委員會・海岸工學委員會 水工學系列，08-A-1，2008。
- 3) 藤田正治，Sulaiman M.，Ikhsan J.，堤大三：將河床材料空隙率變化納入考量的河床變動模式及其應用，河川技術論文集，第14卷，pp.13-18，2008。
- 4) 長田健吾，福岡捷二：重點放在石礫河川土砂移動機制的開發 1次元河床變動分析法，水工學論文集，第52卷，pp.625-630，2008。

河床主構成材料為礫石，在水流動而礫石不移動狀況下，礫間微細土砂會被沖走或被充塞，這部分可參考下列資料。

- 5) 蘆田和男，藤田正治：算定平衡及非平衡懸浮質載沙量的機率模式，土木學會論文集，第375號 II-6，pp.107-116，1986。

第3節 各時間點的河道狀況

3.1 河道的形狀

3.1.1 河川的地形測量

<標準>

河道形狀測量標準做法是進行河川定期縱橫斷面測量與空照測量，做法可參照第22章 測量・計測之說明。

每條河川都應以一定間隔配置定期橫斷面測線，標準做法是沿該既定測線實施河道橫斷面測量。

河川定期縱橫斷面測量在掌握以下數據。

- 平均河床縱斷面
- 最深河床縱斷面
- 沿河川縱斷面的各地點之河床橫斷面
- 橫斷面內最深河床相對位置相關的縱斷面分布
- 低水河道河寬、堤間範圍的縱斷面變化

此外，空照測量可取得如下的圖與照片。

- 河道平面圖
- 河川垂直空照

<建議>

測線間隔和低河道寬相比愈大的話，縱斷面方向變化的測定密度會相對變小，導致解析度降低。特別是有局部淘刷等狀況、規模較小的河道地形，其發生範圍內的測線數目會變少。

類似這種情況，應配合測量目的與用途追加橫斷測線數目，儘量從面的角度掌握河道形狀地實施測量工作。

<例示>

從面的角度掌握河床高，測量方法可利用側視掃描聲納（side scanning sonar）等高解析度呈現河床面凹凸形狀的水中計測技術（參照第22章 測量・計測 3.5）。側視掃描聲納能識別小規模河床波、難侵蝕層侵蝕所形成的特異形狀、亂堆積的消波塊等，有時也能推定地形與河床表面的構成材料。另外，過去測量實績不足或難以實施新定期橫斷面測量的河川，可使用航空雷射測量（參照第22章 測量・計測 3.2），完成河川測量工作。這項方法計測範圍侷限於地面部分，但費用低於定期測量，因此常用來測量平地河川。

此外，航空雷射測量有幾個有待解決課題。

- 不易掌握樹林繁茂山間溪谷區域的橫斷面形狀。
 - 不易掌握水面下形狀（但若山地河川水深不大，這部分反而能精確掌握）
 - 雖可大致了解道內植生狀況，但精確度不穩定
- 如何克服這些問題，還有待今後進一步提升技術。

<參考資料>

航空雷射測量河川的方法，可參考下列資料。

- 1) 白井正孝，藤田光一：以LP 計測數據掌握中小河川的河道特性，年度學術講演會講演概要集第 2 部，第 64 卷，pp.401-402，2009。

3.1.2 河口的地形測量

<概說>

河口部地形測量包含河道縱橫斷面測量、深淺測量、海濱測量、低潮線測量、河口部縱橫斷面測量等等。深淺測量乃是由濱線到外海的海底地形測量、海濱測量是大約平均退潮面之濱線到後海灘範圍的地形測量，濱線測量是平均潮位的濱線位置測量；河口部縱斷測量則是河口沙洲變動範圍內河床、海底、沙洲變化狀況之測量。

深淺測量、海濱測量與低潮線測量實施方法參照 [第21章](#) 海岸調查、[第22章](#) 測量・計測。

洪水等導致河口沙洲流失後需立刻進行河口部縱橫斷面測量時，儘可能讓在流失的沙洲恢復原狀之前，應儘快實施。

以航空雷射測量進行河口沙洲測量，雖然只能取得水面上的相關數據，但因為空間解析度高且操作迅速，常用來掌握有關洪水流動能力的沙洲高度與洪水出水之發生頻率。

此外，為掌握來自河川土砂供給量應用的河口堆砂平台測量其操作方法，可參考第 21 章 海岸調查 [7.5.3](#)。

3.2 構造物設置狀況

<標準>

護岸、丁壩、堰、固床工、跌水工、帶工與河川堤防等工程，應利用河川管理設施記事簿等，整理以下事項。

- 各種構造物的設置位置與構造內容項目
- 堤防的整備狀況（區分完成・暫定・無堤等）與檢查結果（滲透的安全性稽核結果等）

3.3 河床形態

3.3.1 中規模河床形態

<概說>

中規模河床波（沙洲）調查重點，在於掌握局部淘刷形成與發生河岸侵蝕之關聯性。此外，深潭多半與沙洲形態與形狀關係密切，因此，在第 11 章 河川環境調查 [4.2](#) 水域調查所述之深潭相關調查之際，也應進行與此相關的沙洲調查，掌握深潭的形成與變化狀況。這些河床形態調查之際，應建立以下幾個基本觀點。

1) 沙洲形態之變化

沙洲形態可區分為交互、複列、多列與非發生等各種類型，而且有時會因為洪水規模與河道形狀出現不同時間點之變化。比如，大洪水時原本多列或複列沙洲前緣線會被包絡起來，形成複列與交互沙洲共存現象，甚至有的情況變成複列・交互沙洲。反之，在原本河川寬度水深比較小的單斷面河道區間，水深增加有時會讓交互沙洲變得不明顯。此外，複斷面之場合洪水溢過整個堤防導致高灘地淹水（浸水）時，情況和低水河道滿水規模的洪水流況不同，也會出現不一樣的沙洲形態與形狀變化。

2) 沙洲間下游移動造成局部淘刷・河岸侵蝕位置之變化

沙洲上的洪水期間平面流況特徵是，會隨沙洲形狀高低出現水流集散現象。水流滙集場所若是河岸邊，此處就會成為水衝部，附近則產生局部淘刷與河岸侵蝕現象。水往沙洲下游流動所造成水衝部位置之變化，決定是否產生局部淘刷與河岸侵蝕，有些原本淘刷與侵蝕狀況不明顯的地方，也可能逐漸出現這些狀況。

3) 沙洲隨流量之時間變化的反應

上述變化情況會因為河床材料是否容易流動以及沙洲規模而產生差異。一般而言，沙洲愈長、高度愈大以及輸砂量（或掃流量）愈小的洪水，其沙洲形態與形狀之變化或移動速度較緩慢。

礫床區間沙洲隨流量產生的變化較慢，因此，沙洲不會因為最大流量時的水理量使沙洲形態與形狀發達，退水期間沙洲變化也不會完全隨流量減少同步。

砂床區間沙洲變化一般而言會比礫床區間更容易因為流量變化而產生沙洲變化，沙洲發展容易與洪水流量變化同步。特別是河床坡降較大的砂床區間，洪水之後沙洲會受退水期影響而改變，不會保持洪水期間的形狀。

< 標準 >

標準做法是根據本節 [3.1.1](#) 取得的河川垂直空照，判斷沙洲形狀及其配置，取得沙洲前緣平面分布。沙洲形態判讀除了沙洲平面分布之外，也應一併參照河床橫斷形狀，進行綜合判斷。

< 建議 >

依上述做法取得的各時間點沙洲平面形狀與配置，依時系列整合起來，可掌握、分析其時間變化。此時須注意如下事項。

若沙洲以相同形態、形狀沒有太大改變而慢慢往下游方向移動時，可確認各個時間點沙洲平面形狀與配置具有時間對應關係（即使不同時間，也可視為同一沙洲）。此時比較所對應的兩個時間點沙洲前緣線的位置，就能估算沙洲移動速度，比較該期間內所發生的洪水狀況，進一步掌握沙洲移動速度與洪水流量與持續時間之關聯性。

另一方面，若兩個時間點沙洲形態明顯遷移或沙洲形狀也很大改變，代表兩個時間點沙洲平面形狀與配置已不存在時間對應關係。比如，兩個時間點複列沙洲交互出現沙洲形狀變化，或者雖都是複列沙洲但途中出現往交互沙洲遷移狀況，此時兩個時間點的複列沙洲配置變成沒有直接關聯。類似這樣洪水導致沙洲形態改變或形狀明顯變化的特殊情況（參照本章 [4.1](#)），可能有必要透過追蹤洪水期間河床變動（參照本章 [4.5.2](#)）等，直接掌握洪水對沙洲形態與形狀的影響。

< 參考資料 >

中規模河床波的動向與局部淘刷・河岸侵蝕的關係，參考下列資料。

- 1) 山本晃一，(財)河川環境管理財團企畫：沖積河川－構造與動態－，技報堂出版，2010。

3.3.2 小規模河床形態

<例示>

小規模河床波基本上洪水期間會較發達並產生變形，積極進行洪水期間觀測（參照本章 4.5.2 的〈舉例〉），掌握其變動狀況與粗糙係數乃至於與淘深（特別是同時也形成明顯沙堆時）之關係相當重要。

洪水過後殘留河床波未必會呈現洪水期間形狀，只能當作推測洪水狀況的輔助資訊。

但有時礫床河川會出現較大的洪水過後沙堆殘存，這部分有時可作為掌握沙堆發達導致粗度係數增加的有效資訊。

此外，有時山地河川會形成階梯狀河床波，可進行這方面波長與落差的計測。

沙床河川靠近河口部坡降較小的河道區間等，會出現攔水堰抬升水位導致退水期小規模河床波變形不明顯狀況，可由此取得洪水導致產生小規模河床波之形態與形狀相關資訊。

<參考資料>

小規模河床波動向與粗糙係數以及刷深之關係，可參考下列資料。

1) 山本晃一，(財)河川環境管理財團企畫：沖積河川－構造與動態－，技報堂出版，2010。

小規模河床波發達帶動粗糙係數變化與階梯狀河床相關調查研究論文，參考下列資料。

- 2) 蘆田和男，道上正規：動床水流的抵抗及掃流砂量相關基礎研究，土木學會論文集，第206號，pp.59-69，1972。
- 3) 長谷川和義，藤田睦博：從Step・pool角度探討山地河川水流之抵抗，第30屆水理講演會論文集，pp.79-84，1986。
- 4) 長谷川和義：河川上游區域的河道地形，日本流體力學會誌「水流」，第24卷，pp.15-26，2005。

3.3.3 局部淘刷

<標準>

局部淘刷在掌握最深河床高程縱斷面分布之中局部往下凹的河床降低地點，搭配使用以該地點為中心、涵括上下游的一連串河道橫斷面圖，可掌握局部淘刷位置與深度相關狀況為標準。

- 局部淘刷位置的平面分布
- 淘刷深度（平均河床高程與最深河床高程的差）之縱斷面分布

<建議>

解決堰、固床工、丁壩、橋樁等構造物周邊局部淘刷問題，應先掌握淘刷位置與深度的平面分布，以及河床縱橫斷面形狀等。

3.4 表面・表層狀態

3.4.1 總說

<概說>

表面與表層之狀態調查，包括河床表面構成材料（3.4.2~3.4.6）、植物繁茂狀況（3.4.7）

及其他堆積物等 (3.4.8)。其中河床表面構成材料有如下 3 類調查。

- 非黏性材料：以粒度分布表現其運移特性的非黏性材料
- 有黏性的材料：雖然粒度分布也與黏性有關，但無法只靠黏性就掌握其運移特性的材料
- 岩盤、軟岩等難侵蝕性材料：很難分離成土粒子的固結・半固結堆積物

3.4.2 河床材料調查

< 標準 >

主要以材料 m 為對象的河床材料調查，標準做法是用下列方法進行粒度分布調查。

1) 試驗方法

試驗對象為河床表面材料為對象，若材料 m 為土砂，使用容積法；若為石礫，可用線格子法或面格子法進行粒度分布調查。

但必要時也可使用河床表面為對象的線格子法，或者運用面格子法進行粒度分布調查，並運用容積法進行以刮除表層之下層為對象的粒度分布調查。適合進行這類調查的情況如下。

- 過去曾用容積法進行河床材料調查，但其調查結果希望能掌握常年變化之情況
- 要掌握護甲形成的狀況，比較表層及其下方的粒度分布
- 以礫床河道區間為對象的河床變動等分析 (第 6 章 河床變動、河床材料變化及土砂 運移分析) 之際，除了表面，必要時也應掌握其下方粒度分布資訊

此外，若要進行含 100mm 以上粒徑河床材料為對象的採樣，標準做法是使用也可處理大礫的容積法。

河床材料所含大粒徑成分，即時含有率很小，也應列入粒度分布調查對象。但若含有大礫在內的河床材料明顯難以調查，也可透過照片紀錄調查地點大礫分布狀況，將大粒徑成分排除在外地進行調查。其調查結果必須同時記明大礫的情況

2) 調查地點之選定

測定地點應配合河床變動，選擇能進行粒徑變化等檢討的地點，標準做法是在河道定期橫斷測量測線上設定之。根據既有的調查結果與現地概查，可掌握河道縱橫斷面方向的分級等問題，為了達到這項目標，應設定河道縱橫斷面方向的測點間隔。一般而言，設定做法是縱斷面方向 1km 間隔，橫斷面方向設 3 個調查地點。若低水河道寬度較窄或區段長度較短，可以在水壩堆砂區域、支流合流點等局部河床材料變化激烈地點，視情況增減設定間隔地點 (地點數目)。

3) 河床材料調查的整理

標準做法是針對每個代表粒徑的縱斷分布及試料採取地點，整理其粒徑分布等。

〈相關通知〉

- 以容積法調查粒度
 - 1) JIS A 1204 土壤粒度試驗方法

〈參考資料〉

各種粒度分布試驗，可參考下列資料

- 以線格子・面格子法調查粒度
 - 1) (財)國土技術研究中心：河道計畫檢討入門，山海堂，2002.
- 有大礫石用容基法調查粒度的方法
 - 2) 山本晃一，高橋晃：扇狀地河川的河道特性與河道處理，土木研究所資料，第 3159 號，pp.27-31，1993.

〈建議〉

需取得河床材料的平面分布更詳細資訊時，最好針對對象區域設定網格狀河床縱橫斷面測線，沿該測線實施地形與河道構成材料調查等的平面詳細調查。

〈參考資料〉

平面河床材料調查，可參考下列資料。

- 1) 國土技術政策總合研究所環境研究部，(獨)土木研究所水環境研究群自然共生中心：掌握水庫與下游河川物理環境之關係，國土技術政策總合研究所資料，第 521 號，土木研究所資料，第 4140 號，第 5 章 3 節，2009.

3.4.3 河岸・高灘地的構成材料調查

〈建議〉

主要是以材料s為對象的河岸與高灘地構成材料調查，建議準用本節3.4.2實施粒度分布調查。

3.4.4 岩盤、軟岩等固結物與半固結物調查

〈標準〉

經由河床材料調查或其他現地踏查，將所確認的河床、河岸、高灘地表面裸露岩盤、固結與半固結物範圍，整理成河道平面圖、平均與最深河床高程縱斷面圖及河床橫斷形狀圖。

〈參考資料〉

調查成果的整理方法，參考下列資料

- 1) (財)河川整理管理財團河川環境總合研究所：黏土與軟岩對河道特性的影響與河川技術，河川環境總合研究所，第 29 號，p.489，2010.

3.4.5 有黏性材料的調查

〈例示〉

若要了解構成區段類型2、3的河岸或高灘地的黏土，以及有時會堆積在河口區域或區段類型3河床的高含水黏土，其耐侵蝕性(侵蝕邊界流速、侵蝕速度與掃流力之關係等)之掌握，可用適合其土質的耐侵蝕性調查方法進行試驗。

〈參考資料〉

黏土耐侵蝕性調查方法，可參考下列資料

高含水比的底泥耐侵蝕性

- 1) 大坪國順，村岡浩爾：水流沖積所造成的底泥飛出率，土木學會論文集，第 375 號 II -6，pp.43-52，1985.
- 2) 關根正人，西森研一郎，騰尾健太，片桐康博：黏土侵蝕進行過程與侵蝕速度公式相關研究，水工學論文集，第 47 卷，pp.541-546，2003.
- 3) 西森研一郎，關根正人：侵蝕過程與侵蝕速度公式相關研究，土木學會論文集 B，Vol.65 No.2，pp.127-140，2009.

礫間土砂有黏著力時的砂礫耐侵蝕性

- 4) 澤井健二，蘆田和男：黏性流路侵蝕與橫斷形狀相關研究，土木學會論文集，第 266 號，pp.73-86，1977.

構成高灘地河岸的黏土耐侵蝕性

- 5) 福岡捷二：洪水的水理與河道設計法，pp.195-220，森北出版，2005.
- 6) 宇多高明，望月達也，藤田光一，平林桂，佐佐木克也，服部敦，藤井政人，深谷涉，平館治：遭洪水流動沖積時的多自然型河岸防禦工・黏土・植生之舉動—耐流水衝擊的穩定性與耐侵蝕性判斷方法—，土木研究所資料，第 3489 號，1997.

3.4.6 河口河床材料調查

(1) 河口沙洲部之粒度分布調查

〈標準〉

河口沙洲部河床材料採樣地點，包括濱線附近、波浪到達的地方、沙洲頂部與河川側面四個地點，斷面的數目應配合沙洲大小，至少要有三個斷面以上。又，深度方向有分級之情形，標準作法為表面與表面分二層作為調查對象。

〈建議〉

沙洲部的沙洲若因季節明顯變動，希每年進行數次調查。此外，河道內可能因為洪水而改變狀況時，最好在洪水之後再進行調查。

(2) 河口堆砂平台的底質材料調查

〈建議〉

河口堆砂平台的底質材料調查，主要是掌握沙洲形成要因，作為計算逕流土砂量的基礎材料。底質材料調查的範圍建議以河口中央為中心，往左右兩岸分別達到河寬程度距離的範圍，以及往外海方向到達水深10m左右的範圍。

雖然海域不易採取底質，但能取得波浪所造成土砂移動諸多有用資訊，仍有其重要性。底質可只採取表層部分，但應防範撈起時從採取器流失。此外，海域底質粒徑在深度方向之分布，有助於推定移動界限之水深等。

3.4.7 植物繁茂狀況調查

〈標準〉

標準做法是利用第11章 河川環境調查第7節 植物調查所完成的植生圖，掌握植物群落與樹木群平面分布。

〈建議〉

此時建議一併整理與河道橫斷面圖、平面圖重疊的各群落位置資訊，以及粗糙度特性相關的樹高、草高、繁茂密度等相關資訊。

3.4.8 其他堆積物等的調查

〈例示〉

有機堆積物、礫石表面上之砂堆積等，如下列例示各種堆積物、堆積狀況之重要性研究越來越多，可視必要實施相關調查。

- 殘骸、流木等固形有機物
- 表面細粒土層(材料m之礫石覆蓋材料S、t之土砂所構成的表層)
- 河床湧出石塊、嵌埋石頭等的河床礫石狀態

3.5 平常時的水理環境

〈概說〉

平常時的水位、流速等水理環境，是河口物理環境基本項目之一，其調查內容包括沙洲植物群落形成、土砂在堤壩迴水範圍內的移動、伴隨河口潮位變化漲退潮導致土砂運移與細粒土砂堆積、有河口沙洲的河口開口寬度、波浪導致河口沙洲重新形成等等。

植被調查、河床材料調查與河口區域調查，應掌握本章第5節 洪水作用 所說明的洪水時營力與基本條件，事先整理平常時水理環境相關基本水理量。

〈例示〉

河川區域與河口區域，應分別整理以下事項。

1) 河川區域

- 河狀係數(年最大流量與年最小流量之比)
- 水位觀測所地點的位置狀況
- 平水時代表性流量狀況下，水際線位置與流量變化所影響的變動寬度
- 淺灘、深潭與迴水範圍等的流速、水深(1次元、平面)

2) 河口區域

a) 波浪與潮位

依據第21章 第4節 海面變動調查，調查該河口附近海岸的波高、週期、波向、潮位。

b) 水位

大潮、中潮、小潮等潮汐之水位變動或洪水水位等調查。以自記水位計進行全年觀測時，應依據第2章 水文・水理觀測的第3節 水位觀測。

c) 流量

河口區域流量會受到流入河口區域的河川流量與以及河口漲退潮量影響，隨時間在變動。河口區域進行流量調查，基本上應依據第2章 水文・水理觀測的第4節 流量觀測的方法。

d) 沙洲或潟湖等的流速、水深(1次元、平面)

河口區域的調查項目或方法之選定，可參考第14章 河海交界域・河口域環境調查的第2節 河海交界域・河口域環境調查。

第4節 河道狀況的時間變化

4.1 時間變化之掌握

〈概 說〉

沖積河川本質之特徵之一是河道狀況變化，因此河道特性調查是實況之重點之一。實施時，應依據本節第3節 各時間點河道狀況調查結果，再加上必要的調查。

如圖4-4-1所示，河道狀況變化有很多種模式，擬定調查計畫之前，須先掌握調查對象河道狀況變化模式。

譬如，下頁圖a) 所示河道狀況持續改變，此時須掌握每隔一段時間的河道狀況，追蹤其時間變化。

b) 這種因為洪水等事件導致河道狀況持續改變情況，重點在於掌握事件前後的河道狀況。在此所謂「事件」，除了洪水以及高潮、高波浪等自然現象，也包含河道開挖、疏浚及設置、改建構造物等人為工作。

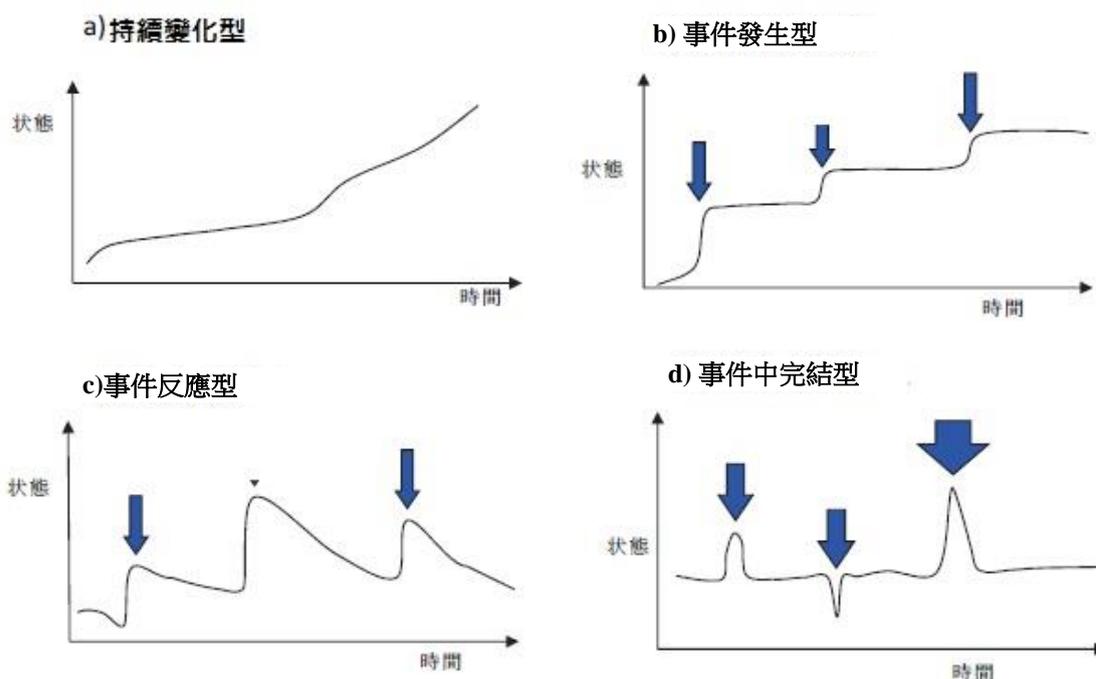
c) 是河道本身隨時間變化過程中，間歇出現前述「特殊情況」，須進行歷時的追蹤，掌握事件前後的河道狀況。

d) 之洪水過程中產生河道變化，且變化大部分在洪水期間即結束(恢復原狀)，此時只須追蹤洪水過程中的河道變化即可。

實務上如圖4-4-1所示模式同時存在或者不同時間點呈現不同模式，甚至典型的模式或不存在的情形也有。特別是堰壩或固床工等構造物周邊，河道狀況變化及相應的補強紀錄，會導致不同模式交互出現或同時存在。

此外，即便同樣的區段，不同的觀測項目之變化模式也會不同。甚至即使相同模式也會因為「事件」大或發生經過多久而呈現不一樣的變化。

掌握這些要領，事先設定對象河道區間及觀測項目所可能產生變化的特徵，然後配合變化的頻率與時間點進行調查，精準掌握河道狀況時間變化相當重要。



※縱軸的「狀態」，指河床高、河川寬度、河床材料粒徑等代表河道狀況的狀態量。

圖4-1-1 河道狀況變化模式之代表例

4.2 基本調查之進行方法

〈標準〉

河道狀況時間變化之調查標準作法如下。

- 1) 就調查對象河道區間與項目所可能出現河道狀況變化類型，然後進行下列三項工作中的一種或二、三種：a) 適度時間間隔所掌握河道狀況之比較、b) 洪水等事件前後所掌握河道狀況之比較、c) 追蹤洪水等事件過程的變化。
- 2) 以上述調查為基礎之河道狀況掌握，可參考本章 第 3 節 各時間點河道狀況之內容。至於比較對象之項目，依本章 第 3 節 各時間點河道狀況有關的下列狀況。
 - 河道形狀
 - 構造物的設置狀況
 - 河床形態
 - 表面與表層狀態
 - 平常時的水理環境

對比較對象項目不同時間點的調查，最好選擇能一貫地實施並能適當比較的方法。

- 3) 上述 a) 的「適度時間間隔」，標準作法是以年作為單位，配合變化狀況適當地設定。此外，b) 的「洪水等事件」，指對象項目出現，其規模足以造成有意義變化的特殊情況。這些注意要點都應加以掌握，然後根據本章 第 3 節 各時間點河道狀況之內容，適當地設定掌握河道狀況調查的時間點。
- 4) 如果焦點是放在洪水等事件所導致的河道狀況變化，除了掌握該事件特性(洪水所呈現的基本水理與水文諸量)，也應分析變化與其事件之關係。進行這項掌握時，必要時也可運用第 2 章「水文·水理觀測」與本節 5.2 之內容。

- 5) 上述a)提到該事件導致災害時，必要時應同時進行第10章「災害調查」第2節「針對對象區域的災害調查」之災害調查。
- 6) 比較各時間點河道狀況，最好使用包含圖示等方法適度地整理分析、進行說明，必要時也可探討河道變化與洪水等事件與各種特性之關係。

4.3 焦點河道變化為起點的擴充調查

〈建議〉

和本節4.2一樣，不同時間點的河道狀況對象項目之比較，基本上是依據本章第3節「各時間點的河道狀況」調查的河道狀況項目。

但有時從河道狀況時間變化掌握的觀點，相反地從各時間點河道狀況，應特別加以重視的事項也有。

因此，不應只是單向依序地依據本章第3節「各時間點河道狀況」所掌握河道狀況結果，整理與分析河道變化，而應透過觀察實際發生的河道變化狀況，找出應掌握變化項目，把發現到的狀況反映到整理與分析河道狀況掌握。必要時最好也能採取這樣的順序，適當地進行現場調查，掌握河道變化主因，也就是洪水事件所造成的變化。

〈例示〉

為了有助於理解上述觀點，以下具體舉例說明如何掌握導致河道變化的河道狀況。

1) 河岸侵蝕、河岸線移動狀況

低水河道河岸等的侵蝕乃是重要河道特性之一，洪水前後定期橫斷面測量或空中攝影判斷低水河道河岸位置，就河岸侵蝕出現的區間長度及最大侵蝕寬度加以整理有其必要。

河岸侵蝕未必有大洪水河岸侵蝕就會變大的關係性，因此，最好分別整理各種不同洪水規模。此外，定期橫斷面測線未必位於產生最大侵蝕寬度的斷面上，因此最好同時使用空中照相。

2) 河川寬度的變化

上述河岸線移動不只侵蝕(後退)，也可能會出現堆積(前進)。又，低水河道河川寬度變化(擴大、縮小)這種系統性的存在的情況，也可能造成河岸線移動。

河川寬度變化也是應掌握的重要項目，若對象河道區間出現有意義的河川寬度變化，最好適度掌握其變化，釐清河川狀況(譬如釐清決定低水河道河川寬度的河岸線位置特性等)，進行前後時間比較。

3) 河床材料的粒徑變化與置換

河床材料常年變化，如下例所見，足以決定河道地形變化，因此也是處理地形常年性變化應掌握的重要項目。

- 供給土砂量減少導致礫床河道之河床降低，造成粗粒化(護甲化)
- 局部掏刷成河床持續降低，導致岩盤固結物與半固結物裸露

- 礫床河道區間局部淘刷引起礫層散失，置換成砂層的持續淘刷

對象河道區間出現顯著的河床材料變動時，應搭配歷時追蹤調查與事件前後調查，進行河床材料調查，掌握其變化。

4) 洪水流造成植被等變化

洪水時河床材料移動以或作用在植物體上面流體力所導致植物的破壞與流失、樹木倒伏與流失以及進一步造成的植物群落流失或縮小，也是須掌握的重要項目。

漂流木等植物體堆積也是類似狀況。洪水前後的空照圖與河道內植物群落調查等，可初步掌握植物群落流失或變狀實況，但若要確實掌握對實際發生變化的課題與目的，更詳細變化狀況有關現象之掌握，有時得運用更深入的調查方法。

譬如各個樹木等變化追蹤調查，調查詳細度與位置精準度之提升，洪水期之變狀的探知，在洪水發生前之調查及儀器設置努力充實之。

5) 河口沙洲湧水及之後的恢復

河口沙洲應掌握洪水造成湧水程度與洪水規模之關聯性，並須了解湧水過後河口沙洲恢復狀況，以及和海象周邊初期地形等各種條件的關係。另外，將這些狀況反映到各時間點的沙洲狀況調查也很重要。

譬如，應設定形狀掌握的詳細度、形狀調查的頻率與時間點、河口平臺等周邊地形測量範圍或詳細度。

6) 河口開口部的變化與河口阻塞

河口沙洲造成開口部縮小或河口阻塞，和平時與洪水時水位湧升，或河海交界域之水質等環境變化有關，須從這樣的觀點掌握河道特性也。

平時河口開口寬度(或河口最狹部斷面面積)，有時得利用更全面且精確的調查方法，掌握河口開口寬度和河口河床固有流量與漲退潮量的河口流量(或開口部流速)，以及和河口區域波浪等平常時水理環境(本章3.5)的關係。

要做好這項工作，須事先設定平常時應實施的水理環境觀測，以及河口部地形測量及其頻率、調查範圍與詳細度。

〈參考資料〉

上述說明的具體案例，可參考下列資料

- 1) 末次忠司，藤田光一，服部躑，瀨崎智之，榎本真二：礫床河川繁茂植生對於洪水攪亂的應答・遷移與群落擴大之特性—以多摩川與千曲川礫石河灘地為對象—，國土計畫政策總和研究所資料，第 161 號，2004.
- 2) 山本晃一，藤田光一，佐佐木克野，有澤俊治：低水路河川寬度變化過程中土砂與植生的功能角色，河道水理與河川環境論壇論文集，第 1 回，pp.2333-238，1993.
- 3) 山本晃一：河口處理論〔1〕—以擁有河口沙洲的河川為主要的探討對象—，土木研究所資料，第 1394 號，1978.
- 4) 田中仁：河口區域的河水流動與地形，日本流體力學會誌「流水」，第 24 卷，pp.37-46，2005.

4.4 常年變化的整理

〈標準〉

河道狀況常年變化整理，是掌握各該河道變化特徵的基礎工作。標準作法是將下列基本項目各時間點的數據圖示化，用簡單掌握常年變化的方法加以說明，如此就能更容易了解河道狀況的常年變化。

- 平均河床縱斷面形狀
- 最深河床縱斷面形狀
- 沿河川縱斷的各地點河床橫斷面形狀
- 橫斷面內與最深河床相對位置有關的縱斷分布
- 垂直空中照相
- 河川平面形狀
- 代表礫徑 d_r 的縱斷面分布(河床材料)
- 各調查地點的粒徑分布(河床材料)
- 低水河道河川寬度、堤間寬度的縱斷分布
- 沙洲前緣的平面分布
- 局部淘刷位置的平面分布
- 淘刷深度的縱斷分布
- 植物群落的平面分布
- 樹木群的平面分布
- 構造物的設置位置

以上為河川之河道變化相關基本整理。

再加上其他調查結果，進一步整理、分析，就能更清楚掌握須了解的河道變化整體狀況。

〈例示〉

上述整理結果若能適當搭配、組合複數項目，就能建立更簡便有效、掌握全局的河道變化相關河道管理課題。

〈參考資料〉

如何搭配調查結果，進一步實施河道管理，可參考下列資料

- 1) 藤田光一，田上敏博，天野邦彥，服部敦，浦山洋一，大沼克弘，武內慶了：經由現場實踐提升河道管理技術的方法，河川技術論文集，第17卷，PP.539-544，2011.

4.5 洪水導致變化的調查

4.5.1 洪水前後河道狀況之比較調查

〈標準〉

如圖4-4-1的b) c)的情況，可用比較洪水前後河道狀況的方法，掌握洪水造成變化的基本資訊。如取得河道變化概括性資訊後，可使用本節4.4內容，比較該當洪水發生前後狀況。

但這項方法並無法掌握變化過程，要了解這部分，有必要採取4.5.2的方法對方法檢討之。

4.5.2 洪水期間河床變化等的追蹤

〈建議〉

對象河道變化若某種程度擁有圖4-4-1之d)的特性，而無法以本節4.5.1所說明方法掌握河道變化，就有必要進行洪水期間河道變化追蹤調查。

容易引起這種河道變化的條件如下

- 洪水流量增加時，突然出現造成土砂運移掃流力等空間不均衡，其不均衡狀況遽增或突然改變。
- 洪水流量增加，同時河床波(中規模河床型態、小規模河床型態)模式突然改變而且滿足以下條件
- 相對於洪水流量變化的河床形狀變化的追隨性很高，即使洪水流量較小，也會出現一定土砂運移及伴隨形成的河床地形

具體而言，從其中第1項觀點，橋樑、丁壩、堰、水門等河川構造物周圍或水衝部等，洪水期間容易局部淘刷地點，或河口附近只有洪水時才出現明顯迴水降低(迴水降低)現象，以及有河口沙洲的河口部乃至於分合流地點等，從第2項觀點，洪水伴隨發生從複列沙洲變成單列沙洲的中規模河床型態模式變化河道區間，很容易具有這種特性。

另外，從第3項觀點，洪水流量歷線較緩和的地方，也就是河床材料(材料m)係砂的河道區間。(就區段類型而言乃是2-2或3)，比非這種狀況更容易具備圖4-4-1之d)的特性。

例如，只有洪水期間才會出現之局部刷深，洪水後就恢復原狀的話，很難掌握實際狀況，構造物的穩定性也可能出現危險狀況。因此，對象河道區間所可能出現的洪水期間河床變化特性，須判斷其對於河道管理會有何影響，這點非常重要。

追蹤調查洪水期間河道變化未必容易，為掌握重要性較高的判斷，可利用下列調查方法，盡力掌握洪水期間的河道變化。

〈例示〉

洪水期間河床變動之測定方法，主要有在河床埋設標誌或計測器，或者使用音響測深機等計算河床高度儀器。

最大淘刷深與回填深可利用環形(ring)法、埋設法等埋入標誌的方法進行調查。若要調查淘刷不同時間進行狀況，可利用所埋入感應器會反應淘刷深度的計測器調查。此外，若也想調查包括回填在內的淘刷前後變化狀況，也可使用音響測深機等可計算河床高度的儀器。

上述各種方法若固定計測位置，設定對象位置會很明確，缺點是只能調查該地點變動狀況，因此適合運用在能特定調查對象地點的情況。

至於淘刷區域會移動等，得彈性地改變調查對象地點的情況，此時調查河床變化以及範圍較廣的淘刷區域變化，可使用無線電船，或浮筒搭載可從水面計測河床高度的儀器，使之在水面浮動而進行調查。

這種情況必須確保操作人員人身安全，操作者並須對裝置收發波器浮筒操作熟練。

運用這些方法，應參考近年來持續累積的各項調查與觀測案例，並將該河道狀況納入考量，選擇能符合目的的適宜方法，擬定有效的調查與觀測計畫。

此外，掌握洪水期間河床變動的方法，未必只有上述各種直接觀測法，也可活用本章6.5及第16章綜合土砂管理調查2.3.6(1)之4)介紹的「活用一定區間水理量詳細時間與空間變化資料及河床變動相關資訊的方法」。

〈參考資料〉

洪水期間河床變化的調查與觀測方法，可參考下列資料

- 1) 土木學會水理委員會：水理公式集〔1999年〕，第2編 河川編 第1章 1.2.4 洪水期間的高度變化 pp.78-80，丸善，1999.

第5節 洪水的作用

5.1 基本水理量的整理

〈標準〉

就河道變化之發生與河道形成的營力，整理洪水作用相關基本水理量相當重要。標準作法是運用如下方法，整理洪水相關基本水理量。

1) 對象區間

以沖積河道區間~河口區域為對象，必要時可包含山地河道區間或其中一部分。

2) 整理對象的洪水規模

以平均年最大流量為對象。而且，不只將計畫洪水流量所對應的洪水流量納入對象，必要時也應將此洪水流量與平均年最大流量之間的洪水規模，分幾個階段加以設定。

再者，若得考慮規模小於平均年最大流量的洪水影響，可將比平均年最大流量小的洪水規模，設定1~2個階段。

在此，低於平均年最大流量的水理量，亦即在掌握河道形成代表流量時狀況。對應計畫洪水流量的洪水流量為小的水理量，可用來掌握河道整備對象洪水發生狀況。比平均年最大流量為小規模之洪水流量以下的水理量，主要在掌握從平常時到洪水期間河床型態的模式變化特性等。

3) 算出的水理量

以下各項目的標準作法是利用河道縱斷面方向的各個點進行計算。

- 低水河道內平均水深 h ：形成複斷面水流時，必要時計算高灘地平均水深 h_{fp}
- 低水河道內平均流速 v ：形成複斷面水流時，必要時計算高灘地平均流速 V_{fp}
- 低水河道內水流的福祿數 Fr
- 低水河道內相關摩擦速度 u_* ：形成複斷面水流時，必要時計算高灘地摩擦速度 u_{*fp}
- 低水河道內相關的無因次掃流力 τ_{*R} ：計算時粒徑部分使用代表粒徑 d_R

- 低水河道為 B 時， B/h 為複斷面流動，必要時也應算出 B_T/h 。在此， B_T 指堤間寬。
- B/B_T (複斷面流時，必要時應加以算出)
- h/d_R
- 相對水深 $D_r=h_b/h$ (複斷面且蜿蜒河道區間時，視必要加以算出)

4) 算出法

計算基本水理量的計算，如第5章 河川洪水流水理分析之表5-3-1 所提到為掌握「河道特性」的水理環境與水理條件為目的之計算方法。

5) 整理法

算出來的水理量，標準作法是以本章2.1.3所說明如何實施分區段的形式，進行沿河川縱斷面分布的整理與圖示。

此外，每區段都整理諸量平均值，作進一步的整理，適當組合複數基本水理量加以圖示，完成符合目的之分析。

6) 特定場所的注意事項

河口部、分合流地點、河川構造物等導致水流湧高影響所及之區間及其周邊，水理量未必等同於洪水流量，即便其流量相同，也可能因為其他條件導致水理量本身帶有某種意義。

在此情況下，有必要進行洪水影響河道作用分析。

因此，若以上述這種情況作為分析對象，應複數設定洪水流量之外會影響水理量的條件等，適當地檢討洪水各種作用。

譬如可配合潮位變動幅度、計算河口附近水理量時，設定複數的河口出發水位，並在合流地點設定複數流量合流模式，進行納入水門等操作模式的水理量計算。

〈參考資料〉

基本水理量各種技術涵義等，可參考下列資料。

- 1) (財)國土技術研究中心：河道計畫檢討的入門，山海堂，2002.
- 2) 土木學會水理委員會：水理公式集〔1999年〕，丸善，1999.
- 3) 山本晃一，(財)河川環境管理財團企劃：沖積河川—構造與動態—，技報堂出版，2010.

5.2 以洪水流觀測之特性掌握

〈概 說〉

洪水流觀測可提供掌握河道特性調查之中洪水作用的基礎資訊，其中包括第2章 水文・水理觀測第3節 水位觀測及第4節 流量觀測之範疇-1(基礎・泛用觀測)所實施流量與水位之各種觀測，以及同章3.9說明的範疇-2(特地目的觀測)所實施洪水演算水位調查。

本節5.1所說明基本水理量之整理，應參考這些資訊，以及第5章 河川洪水水理分析所說明之洪水水理分析方法。

因此，從適當進行河道特性調查的觀點，首先應確認是否已取得上述洪水基本資訊，或者必要時應確保得取得該資訊。

而且，基本資訊無法充分判斷時，為了掌握河道特性，應主動搭配實施有關洪水流的觀測。此時主要做法有以下2種。

第一，必須從時間與空間兩個面向，用較短間隔實施水位觀測。第2章 水文·水理觀測範疇1所說明的水位觀測，雖是以較短間距追蹤時間變化，但其設置間隔一般來講較大，都是超過幾km。雖然縱斷方向級距可小到只有幾百m，有時還是沒辦法取得高精確度的洪水演算水位，只能得到最高水位資訊。

因此，只靠這些基本資訊無法充分判斷時，就有必要適當地實施洪水觀測，才能達到第2章 水文·水理觀測第7節「河川流動的綜合掌握」所說明範疇3（綜合觀測）之「河川水流的綜合掌握」。

換言之在此要綜合掌握河川流動，有必要進行河道特性調查。而有可能必須進行這種檢討的場所，如本章4.5.2所舉的例子，以及本節5.1「特定場所」的河道區間。

第二，應詳細掌握流量或水位觀測以外之水理量的狀況時，代表性例子以表面流速的平面分布舉之。

與水位縱斷面分布相同，表面流速的平均分布也是藉由洪水流而直接、綜合地反映該時間點河道各種狀況，為檢討河道特性相關事項非常有用的資訊。表面流速平均分布之觀測，最好視必要採取適當的方法。

總之，先判斷由常態洪水觀測實施體系取得的資訊，是否足以完成對象河川河道特性的調查，若發現並不充分，應從河道特性調查的觀點，找出得增加的洪水流動觀測內容。

<參考資料>

洪水流動表面流速的平面分布觀測方法，可參考下列資料。

- 1) 土木學會水理委員會：水理公式集[1999年版]，第2編 河川編 第1章4節 使用高度影像分析技術的洪水流況分析，丸善，1999。
- 2) 藤田一郎、河村三郎：以錄影影像分析進行河川表面流動計測，水工學論文集，第38卷，pp. 733-738，1994。
- 3) 藤田一郎：以實際河川為對象的影像計測技術，2003年度（第39屆）水工學相關夏季研討會講義集，A課程，pp.A-2-1 - A-2-20，2003。
- 4) 木下良作、宇民正、上野鐵男：以影像處理進行洪水流動分析－阿賀野川的並列螺旋水流研究－，水工學論文集，第36卷，pp.181-186，1992。
- 5) 宇民正、上野鐵男：複斷面蛇行河道的洪水流況與土砂運移，水工學論文集，第40卷，pp.933-940，1996。

第6節 土砂運移特性

6.1 調查之組合

<概說>

進行土砂運移特性調查時，若要掌握河道中的土砂收支或自上游流入土砂量及基準點等代表地點的通過土砂量，必要時應進行下列調查。

- 1) 根據基本水理量分析土砂運移形態
- 2) 根據流砂量觀測之調查
- 3) 根據土砂收支之調查
- 4) 根據綜合觀測之調查

1) 的做法乃是從基本水理量推定河床材料移動所形成的流量規模與運移形態（掃流・懸浮等），掌握洪水時河床材料的移動狀況特徵。

2) 乃是以捕捉洪水時的運移土砂，觀測單位時間運移量（流砂量），此時應整理所觀測水理量與流砂量之關係。

3) 乃是計算調查對象河道區間在所定期間內河床變動與淘刷等導致土砂移出河道外、土砂流入等各量的收支，掌握導致年均土砂移動量與河床變動的要因。

4) 乃是在複數河道縱斷面方向地點實施洪水期間水位時間變化之觀測，將河床變動影響考量與這些水位歷時變化一致所實施的河床變動等分析法，可用來確認土砂移動量。

1) 乃是圖4-4-1所示各種變化類型可共同使用的基礎資訊。2)、4) 則是以變化模式b)~d)之洪水等事件為單位的變化相關調查。此外，3) 乃是有關變化模式a)~c) 之中~長期變化相關調查。此外，2)、4) 若能掌握土砂運移量與流量等和洪水時水理量的關係（參照6.3.4），就能和3) 同樣算出一定期間的土砂量，當作中~長期變化相關調查。

以上各種方法所能取得的資訊品質，會隨實施時付出的勞力而有差異。土砂運移量調查未必都得進行現場觀測，應配合目的從上述方法選擇一種或搭配多種實施。

6.2 依基本水理量之土砂運移形態分析

<標準>

以河床材料（材料m）為對象，推定A、B、C集團（參照本章2.4.2、2.4.3）個別出現洪水時的運移形態。其標準順序如下所示。

1) 對象區間

以各區段為對象。

2) 整理對象的洪水規模

以平均年最大流量為對象，加入計畫洪水流量對應的洪水流量，並且視必要在洪水流量與平均年最大流量之間設定數個階段的洪水規模。

3) 推定對象的運移形態

- ・ 有無移動（只有A、C集團）
- 判別是掃流還是懸浮（有濃度分布，不變）

4) 推定法

- ・ 依據本章5.1，計算基本水理量。
- ・ 以本章2.4.2所述方法，將材料m區分成A、B、C集團。
- ・ 展延粒度分布，讓各集團粒徑範圍達到100%，取得相當於 d_{60} 的粒徑。

- 運用各集團的 d_{60} 相當粒徑，根據各洪水規模的基本水理量，以下對方法推定各集團之運移形態。判定有無移動（只有A、C集團）
- A（或A'）集團：粒徑一樣時，以岩垣公式（第6章公式（6-3-15））評估的臨界掃流力與基本水理量計算的掃流力相比較，以判斷有無移動
- C集團：以修正Egiazaroff公式（第6章公式（6-3-25））評估的臨界掃流力與基本水理量計算之掃流力相比較，判斷有無移動

掃流·懸浮（有濃度分布，相同）之判定

- 以Rubey公式（第6章公式（6-3-33））或鶴見公式（同公式（6-3-34））評估各集團 d_{60} 相當粒徑的沉降速度，然後和其基本水理量計算的摩擦速度作比較，如下判定運移形態

只有掃流 $u_* / w_0 < 1$

掃流與懸浮（水深方向有濃度分布） $u_* / w_0 < 15$

掃流與懸浮（水深方向的懸浮質（懸浮土砂）濃度分布幾乎相同） $u_* / w_0 \geq 15$

5) 整理方法

經過評估的移動有無與運移形態，把用來判定各流量所算出掃流力（摩擦速度）縱斷面分布所使用的臨界掃流力，以及判定對掃流或懸浮所使用的沉降速度重疊畫出，整理成圖。

此外，有關 d_{84} / d_{16} 很大之粒徑範圍廣的河床材料、有二峰性粒度分布的河床材料，以及礫石所構成之河床材料運用修正Egiazaroff公式的適合性已累積相當知識。這些見解也可加以參考，以掌握能完成各區段區分的判斷方法。

6.3 土砂運移觀測

6.3.1 總論

<概說>

土砂運移觀測乃是直接採取洪水期間洪水流所運移的土砂，選定具有代表性的試料進行粒度分析，根據其結果依不同粒徑集團推定洪水期間所運移的土砂量。

這項調查的位置、基本概念與調查方法組合，在第16章「綜合土砂管理所需實施的調查」2.3.6已有所說明，應掌握這些資訊進行調查。

以下說明調查所使用觀測機器及運用這些機器實施觀測的方法，並且說明如何整理水理量與土砂運移量觀測結果之關係。

6.3.2 掃流土砂量（推移質輸砂量）調查

<建議>

掃流土砂量調查目的是觀測掃流土砂量，掌握掃流砂量與掃流力之關係，操作原則如下。

掃流採砂器應配合觀測掃流土砂量目的，適當地加以使用。此外，需測定水深、水面斜率、流速、流量、橫斷面形狀等並且實施河床材料調查，以掌握掃流砂量與掃流力之關係。

採砂器須在不擾動水流也不改變掃流砂移動狀況的前提下進行採砂，因此，採砂器流入口抵抗越小越好，採砂口最好貼住河床地面。

根據觀測記錄整理單位時間的土砂輸送量（掃流砂量）等資料。此外，採取的試料應用烘乾器使之乾燥然後秤重，並選擇具有代表性的試料進行粒度分析。

- 掃流土砂量調查的觀測次數、調查斷面

常流期間原則上同流量同地點實施10次以上，洪水期間則在橫斷方向設2個以上測點，並且盡可能分別多次採樣。

選定調查斷面時，應將採砂器是否容易操作以及該地點能否同時觀測水理量等納入考量。

6.3.3 懸浮質輸砂量調查

<建議>

懸浮質輸砂量調查的主要目的在於觀測懸浮質輸砂量，掌握懸浮質輸砂量與掃流力、流量之關係，宜根據下列說明實施調查。

進行懸浮質輸砂量觀測時，應使用適當的採水器。此外，測定水深、水面斜率、流速分布、流量、橫斷面形狀等，以釐清懸浮質量與掃流力、流量之關係。

採水器應具備的條件是不可擾亂水流，並且配合紊流的規模在某種程度平均土砂濃度下可長時間採樣，其採集口徑至少要超過懸浮質最大粒徑5倍。此外，將所採集樣品移到資料瓶時，須注意採砂器內部不可殘留砂粒，從資料瓶取出時也須注意此事。

懸浮質觀測使用採水器測定垂直方向濃度分布，同時也應測定垂直方向流速分布。此外，若是水深方向濃度分布可視為相同的水理量（參照本節6.2），水深方向分布的測定可予以簡略化。

- 懸浮質的觀測與斷面調查

橫斷面方向的測定數目配合河川現況選定。原則上應超過3組測線。

實施觀測之際，在流砂濃度較大之河床附近實施測定時，應確保距離河床的高度與流速測定精準度。此外，測定時應測定採水時刻、採水量、採水時間、採水點流速、水深、水面斜率、水溫等，將所取得資料移記到全部採水瓶之中。對調查地點實施河床材料調查。

根據觀測記錄整理出單位寬度的懸浮質輸砂量。首先從採水資料測定其含砂率。含砂率測定方法是，首先取得的水秤重，然後最少靜置24小時直到水變澄清、倒掉上面澄清液體，剩下的沉澱物乾燥、秤重。懸浮質輸砂量由各地點含砂率與流速的積算出，然後進行其水深方向的積分。

<參考資料>

實施懸浮質輸砂量觀測時，可參考下列資料。

- 1) 國土技術政策綜合研究所環境研究部，（獨）土木研究所水環境研究群組自然共生中心：如何掌握水壩與下游河川物理環境之關係，國土技術政策綜合研究所資料，第521號，土木研究所資料，第4140號，第5章 調查・分析相關事項 pp. 5-50-5-53，2009。

6.3.4 整理水理量與土砂運移量觀測結果的關係

<例示>

各觀測地點的水理量（掃流力、摩擦速度）與掃流砂量及懸浮質輸砂量之關係，與依第6章「河床變動」、「河床材料變化及土砂輸送分析」3.5、3.7公式所算出的掃流土砂量與懸浮質輸砂量進行比較，可用來設定補充輸砂量直接觀測結果的輸砂量公式參考數據。

此外，處理通過型土砂時，該場所河床作用力相關之水理量與河床材料、土砂輸送量之對應關係弱，因此，可整理流量與土砂輸送量之關係，取代之。

6.4 土砂收支進行調查

<例示>

土砂收支調查以區段尺度之連續河道區間差對象，計算流入該區間的土砂量、區間內河床變動量及河道淘刷等所導致土砂移出或移入河道內外的量而得出其平衡狀況，從其差分便可推算粒徑集團別往區間下游的土砂輸送量。

本調查以區段尺度有意義之地形變化，以10年為尺度之河床變動等之相關資料採用之，在此期間以粒徑級別推算該期間之平均年土砂運移量。但大規模洪水導致出現區段尺度的明顯河床變動時，可根據洪水前後的河床形狀等數據，推定該洪水所導致的土砂運移狀況。

流入土砂量可用如流入其上游水庫等的土砂堆積量，乘以其設施上游流域面積與剩餘流域面積之比，加以推定。流入設施等的土砂堆積量、區間內河床變動量、土砂土河道內外移出、移入量等各種項目調查的基本要點，參考第16章「綜合性土砂管理的調查」2.3.2、2.3.3、2.3.5。

<參考資料>

推定大規模洪水導致土砂運移狀況的案例，可參考下列資料。

- 1) 高橋邦治、服部敦、藤田光一、宇多高明：大規模洪水所導致粒徑集團別水系內土砂運移，土木學會第51界演講會，pp. 624-625，1996。

6.5 綜合觀測調查

<概說>

這是屬範疇3.1「河川流動的綜合掌握」（參照第2章 水文・水理觀測 第1節 總說）的調查，以簡易水位觀測（參照第2章 第3節 水位觀測）所得多點水位連續觀測數據與河床變動等分析方法（參照第6章 河床變動、河床材料變化土砂運移）推定輸砂量。其概略做法如下。

所使用的現場觀測數據，包括以多點設置水位計取得的水位縱斷面分布時間變化、該觀測區間內或附近同期間觀測到的流量時間變化，以及洪水前後的河床形狀。其餘必要的資訊包括水流分析使用的粗度係數及樹木群等的配置等，以及河床變動等分析時使用的河床材料等可帶入各分析公式的資料與數據。

根據這些數據資訊就可選出配合對象河道河床變動特性、適當的河床變動等分析方法，然後把洪水前的河床形狀當作初期河床形狀，水流與流量數據當作境界條件，計算河床變動等的量。此外，比較洪水期間各時間點的水位縱斷面分布及洪水之後的河床形狀，並視必要實施河床變動等的分析校正，以期得到充分的重現性。

經由這些程序的分析結果，就洪水期間的河床變動、土砂運移一樣，都會某種程度地重現，根據這樣的觀念就可得輸砂量之分析結果。

這種方法推定的輸砂量，只有混合型土砂（源自河床材料的輸砂）。

本方法主要透過水位縱斷面分布之時間變化，推定河床狀況，因此，流量分析時得特別注意適當地設定粗度係數。

此外，就河床變動分析，洪水後河床形狀一項直接驗證其重現性，因此必要時還得觀測洪水期間河床變動與輸砂量並進行驗證，確認輸砂量的推定精準度，並且希望進一步提升其精準度（參照第6章 河床變動、河床材料變化及土砂運移分析 5.3）。

第7節 河道相關的各种狀況

7.1 流域・水系環境及其變遷之整理

7.1.1 流域概要

<概說>

為整體掌握調查對象的河川整體面貌，應蒐集、整理該流域相關基礎資訊，如下。

- 1) 流域平面圖與主要內容項目
- 2) 流域的地形・地質
- 3) 水文特性
- 4) 水壩・防砂壩等的整備狀況

7.1.2 流域平面圖與主要內容項目

<標準>

為掌握調查對象河道區間在流域整體河道網位置及其區間所連結的支流，除了調流域平面圖以外，並適當推定來自各河川降雨逕流量與土砂供給影響力大小的基礎資訊，可就下列事項整理之。

- 1) 主支流流域面積與山地所占比例（或面積）・幹線流路總長度
- 2) 估計氾濫的區的面積與人口
- 3) 既有水庫流域面積及其各河川之山地面積的比例
- 4) 流域的土地利用狀況

7.1.3 流域的地形・地質

<標準>

來自流域山地降雨逕流量及土砂供給的相對大小之定性掌握，標準做法是應整理與下面事項有關的資料。

- 1) 地盤高
- 2) 表層地質（地質分類）

此外，為掌握平地部洪水氾濫特性以及河道變遷所造成的微地形等，標準做法是整理以下有用的事項。

- 1) 治水地形分類
- 2) 推定氾濫區域

<參考資料>

若要掌握流域的地形與地質等，可參考下列資料。

- 國土地理院監修：地形圖，網格資訊（國土細密數值資訊）。
- 經濟企劃廳監修：土木地質圖（各都道府縣）。
- 經濟企劃廳監修：表層地質圖（各都道府縣）
- 國土地理院：[治水地形分類圖](#)。

7.1.4 水文特性

<建議>

若要取得可掌握以往降雨事件對調查對象河道區間相連各流域洪水所帶來的影響力大小等基礎資訊，建議整理以下有關過去最大流量與降水量的洪水相關記錄事項。

- 各降雨事件總雨量等的平均分布圖
- 主要基準點或水庫流域等的降雨單位時間流量變化表

此外，整理各河川觀測地點的年最大流量常年變化。

進行以上整理之際，可運用第2章「水文・水理觀測」第2節「降水量觀測」所取得的數據。此外，若無流量觀測數據資料，最好利用根據逕流量計算的值進行整理。

7.1.5 水庫・防砂壩等的整備狀況

<建議>

隨著水庫與防砂壩逐漸整備，來自山區土砂供給量或洪水規模所造成的土砂供給量變動也會平穩化，這樣土砂供給模式的變化，河道本身也會有所反應。

若要檢討這部分，可整理如下事項，以取得相關基礎資訊。

- 防砂壩（不透過型、透過型）
- 既有的水庫（蓄水型水庫、流水性水庫）
- 水利用取水設施（農・工・飲用水用途、發電用途）

(1) 防砂壩（不透過型・透過型）

<建議>

設在調查對象區間河道區間上游等地的防砂壩，可提供重要資訊，掌握現在的土砂供給特性，可進行下列項目的調查。

- 防砂壩構造

- 堆砂狀況（堆積的土砂粒徑、堆砂形狀、堆砂量）
- 防砂壩上下游（都在流水區間內）的河床材料
- 砂防指定區域的狀況

（2） 既有的水庫（貯蓄型水庫、流水型水庫）

<建議>

若調查對象河道區間上游有水庫，因為水庫有使用年限，且該河道區間會受既有水庫影響，因此，既有水庫存在時，進行如下的調查。

- 既有水庫的興建年分、供水期間
- 既有水庫的洪水調節方式（計畫）及流量調節實際狀況
- 既有水庫的平常放流量，以及是否有退水區間及其總長度
- 既有水庫的堆砂狀況

（3） 水利取水設施

<建議>

水利取水設施大體上分為「水庫型」與「堤壩型」。其中水庫型主要是農業用水庫與水力發電用水庫，屬於堤高超過15m型的構造。

水庫型從攔土砂的角度看，基本上會有和前述(2)「既有水庫」相同的影響，因此最好和(2)「既有水庫」實施相同的調查。「堤壩型」也可稱為「水利堰」，水利堰存在時，建議調查下列狀況。

- 水利堰的完工年分、使用期間
- 水利堰的構造（閘門高度與河床高度之關係）
- 水利堰的運用方法（開與閉操作相關規定）
- 靜水池的堆砂狀況（靜水池河床高度、堆砂量與常年變化）
- 靜水池的河床材料
- 靜水池上下游（都屬於流水區間）的河床材料

7.2 河川整備及其他河道狀況之整理

7.2.1 主要洪水與河道計畫・河川整修紀錄

<建議>

造成得修改河川等計畫的洪水、淹水災情嚴重的洪水等，以及河道計畫與河川整修相關的基礎資訊，建議以年表形式整理以下事項。

- 主要洪水的最大流量、災害概況（7.2.2所說明主要洪水時破堤地點與氾濫淹水區域相關資訊一併整理之）
- 河道計畫變遷史（計畫修改的時期與概要）
- 河川整修記錄（水壩完工與河道整修竣工年）

7.2.2 河道變遷

<建議>

若要建立可用來掌握河道變遷的基礎資訊，包含至現況為止過去河道寬度，平面形狀之人為改變度，以及河道位置長期而言變動小的穩定地點等，建議整理該河道相關地形發展史、歷史記錄、治水地形分類圖、迅速圖與空照等，將河道平面形狀變遷圖表化。

此外，最好蒐集歷史上大洪水記錄，整理當時災害狀況、破堤地點與氾濫範圍等。

7.2.3 河道疏通・採砂

<建議>

要了解河道疏通與採砂會有怎樣的影響，最好進行如下的調查。

- ・ 工程範圍及其工法（含臨時工法）
- ・ 過去（近年來）是否曾實施相關工程
- ・ 土砂疏通位置及期間
- ・ 土砂疏通量及時期
- ・ 所疏通材料的粒徑

7.2.4 河道表層下的土層構造調查

<建議>

為了掌握表層河床層厚與表層下岩盤、軟岩等固結物・半固結物、黏土、砂層等與表層不同材料所構成土層上面的深度與層厚在河道縱斷方向分布，建議實施表層下的土層構造調查。

一般而言最好活用河川堤防基礎地盤鑽探調查結果等既有資料，將地質縱斷分布區分左右岸進行整理。此時建議將岩盤等裸露地點（參照本章3.4.4）記載在地質縱斷分布圖上，以確認裸露的土層。

第8節 調查結果之整理與綜合分析

8.1 河道特性調查結果之整理

<標準>

河道特性調查結果，標準做法是針對每個調查對象進行整理，並和所實施的各種調查一起適度地更新。其書寫格式最好統一，整理成較容易進行空間變化（縱斷方向變化）與時間變化的形式。實施這些工作之際，標準做法是參考第23章 調查結果的保存與活用。

<例示>

河道特性調查之整理項目例示如下。

- ① 河道狀況相關的基礎資料（測量與調查資料的累積）
 - ・ 河道形狀（橫斷測量、平面測量、空照）
 - ・ 河口部的地形（深淺測量、海濱測量、海濱線測量、河口部縱橫斷面測量）
 - ・ 河床材料
 - ・ 河岸・高灘地材料
 - ・ 岩盤・軟岸等固形物、半固形物、黏性材料調查
 - ・ 河口的河床・底質材料
 - ・ 植被繁茂狀況
 - ・ 平常時的水理環境

- 土砂運移（土砂運移觀測、土砂收支調查、綜合觀測調查）
- 河道表層下的土層構造
- 構造物設置狀況
- 其他

② 道現況與常年變化相關資訊（基礎資料整理）

- 河床高程之縱斷面形狀（平均・最深）
- 各地點的河道橫斷面形狀
- 最深河床位置的平面分布
- 低水河道河寬、堤間寬的縱斷面變化
- 河道平面圖
- 河川垂直空照
- 河口砂洲的平面形狀
- 沿河口沙洲最高部分的橫斷形狀
- 中規模河床波的平面分布
- 局部淘刷位置的平均分布
- 淘刷深（平均與最深之差）的縱斷面分布
- 河床材料代表粒徑之縱斷面分布・各地點的粒度分布
- 河口沙洲・河口堆砂平台的粒度分布
- 河口沙洲湧水
- 河口開口寬（河口阻塞）
- 其他

③ 以水營力與土砂運移相關資訊

- 平均水深 h （低水河道・高灘地）
- 平均流速 v （低水河道・高灘地）
- 福祿數 F_r （低水河道）
- 摩擦速度 u_* （低水河道・高灘地）
- 相對於河床代表粒徑的無因次掃流力 Γ_{*R}
- 能量梯度 I_e
- 低水河道寬度與平均水深之比，堤間寬度與堤間平均水深之比
- 水深與代表粒徑之比（低水河道）
- 相對水深 D_r （以複斷面且蜿蜒河道區間為對象）
- 掃流力（摩擦速度）加上河床材料臨界掃流力與沉降速度的比較圖
- 其他

④ 流域・河道變遷與水文特性相關資訊

- 流域概要（流域的主要內容項目、地形、地質、水庫、砂防壩整備狀況等）
- 水文特性（主要洪水降水量、流量與水位等）
- 河川整備與河道狀況（主要洪水，以及河道計畫與河道整修紀錄、河道變遷、河道清疏與採砂、堤防與河川構造物的整備狀況等）
- 其他

進行河道特性調查整理，可參考下列資料。

- 1) (財)河川環境管理財團河川環境綜合研究所：河川環境特性情報編輯及其展開，河川環境綜合研究所資料，第22號，2007。

8.2 河道特性調查結果的綜合分析

<概說>

河道特性相關的第3～7節調查結果，可以做如下綜合分析。

1) 現況河道分析

以現況河道為對象之河道各種構成要素內容項目（本節8.1之①、②）與基本水理量（同③）等關聯性之分析。此時的基本水理量可採用所謂河道形成相關的代表值，也就是平均年最大流量時的值。此外，多樣流量規模的影響則在 2) 另外檢討。

若要掌握其關連性，應根據河道的層級構造概念（參照本章2.1.1），以層級為單位實施。換言之，同層級的構成要素當作一個群組，將其相互作用也納入各要素與基本水理量關係調查之考量。此時可把屬於更上位構層級成要素之內容項目當作前提條件。

2) 洪水規模與紀錄對應河道變化之相關分析

以洪水所導致河道變化相關調查結果（比如本章4.3之調查）為對象，分析洪水前後各內容項目與該洪水時基本水理量的關係。此時重點在於比對 1) 之關係，根據洪水大小掌握各內容項目現況會產生哪種方向與多大變化。此外，若能參考過去洪水紀錄追蹤其變化狀況，了解河道經由什麼經路發展到現在狀況，對未來預測中長期河道反映很有幫助。

3) 河道常年變化相關分析

流域變遷或河道整備等（本節8.1之③）都會連帶造成河道特性常年變化。首先，若要釐清這方面實際狀況，應掌握河床高、河床材料、河寬、河道平面形狀、沙洲等個別常年變化，將這些因素綜合形成的河道整體變化紀錄整理出來。此外，運用這些變化紀錄資訊進行配合 2) 的洪水規模、紀錄反應河之道變化分析，可一體檢討流域變遷或河道整備等的影響。

4) 和其他河川比較

上述工作取得的資訊，和其他河川相同區段類型的河道區間作比較，可區分複數河川的共通特性，以及只有該河川才有的個別特性。綜合整理複數河川共通特性的資訊，可掌握更普遍特性，藉此進行具有更高精確度的技術性判斷，因此應積極予以實施。此外，了解個別特性後可從中發現導致形成個別特性的原因，對於實施適合該河川的計畫、設計、維護管理等而言，非常重要。

上述綜合分析的具體方法，會隨各河川河道特性與既有資訊水準產生變化，因此不必拘泥於定型的整理方法，而應針對實際狀況採取適當的分析方法。

以上述綜合分析取得的資訊，若能根據洪水流與流砂相關水理知識深入解釋，可提高其普遍性，而且有時得進一步分析模式化，定量進行重現之預測。此時可根據第6章 河床變動、河床材料變化及土砂運移分析，進行檢討。

<參考資料>

進行河道特性調查綜合分析，可參考下列資料。

- 1) 山本晃一，(財)河川環境管理財團企劃：沖積河川－構造與動態－，技報堂出版，2010。
- 2) 福岡捷二：可調和治水與環境的治水對策之河寬、斷面形狀檢討方法，河川技術論文集，第16卷，pp.5-10，2010。
- 3) Biedenharn, D.S., Watson, C.C. and Thorne, C. R. : Fundamentals of Fluvial Geomorphology, Sedimentation Engineering, No. 110, Chapter6 ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice pp. 355-386, 2007.

編譯：水土保持局技術研究發展小組

Research and Technology Development Team, SWCB, COA

December 2017

本文件之翻譯及轉載，均符合日本著作權法相關規定。