

# 第 1 章 総 説

## 1・1 水文観測

### 1・1・1 水文観測の必要性－観測の目的－

水文観測とは、広義には、地球上における水と物質の循環の個々の過程を定量的に把握する手段であり、その対象とする項目は多岐にわたる。洪水災害を未然に防止するためには、降雨流出現象の解明や過去の水文データの統計解析に基づいた合理的な河川構造物の設計や洪水予測技術が必要であり、水文観測データはそのベースとして不可欠である。また、人間の社会経済活動は意図するしないにかかわらず水文循環に大きな影響を与える。例えば、都市化による大規模な土地被覆の改変や人工構造物は自然の降雨流出形態を大きく変化させる。こうした影響を評価し、適切な対策を講じていくためにも長期間にわたる定常的かつ継続した水文観測データの蓄積とその解析の重要性は高い。一方人間が築き上げてきた水利用システムは自然界の水と物質の循環の一部を人為的に取り出して利用し、それを再び循環過程に還元する仕組みであるが、今後、持続可能な水資源の制御利用を推進するためには自然の水文循環の定量的な把握が不可欠であることは言うまでもない。

本書では、主に降水量及び河川の水位と流量の観測について述べる。これらの観測は治水、利水、環境といった各側面からの総合的な河川管理にとって必要な基礎的データを提供するだけでなく、今後ますます重要視されるべき流域管理という視点においても鍵となるはずである。河川は、山間部から河口までの流域を貫き、上流域から水と物質を河口まで輸送することにより、流域単位で生態系を

育むとともに人間社会に恵みをもたらしてきた。その過程をみると、流域に降る降雨や降雪が蒸発散（いわば、負の降水量）として損失した後、物質と共に支川に流入し、取水・還元及び合流といったプロセスをくり返しながら大河川を形成して、海へ流出する。降水と河川の水位・流量はこのような流域水文循環の根幹を成す基本的な水文量である。

雨量と流量とは降雨流出過程という形で結び付いている。また、水位と流量とは水位流量曲線を介して前者が後者に変換される関係にある。本書では雨量、水位、流量について観測を主とした立場から個別に説明しているが、クロスチェックという意味も含めて、これら相互の結び付きを考慮した観測システムについての配慮をしている。

### 1・1・2 水文観測の種類

水文観測は、大きく次の2つの種類に分けられる。

- (1) 種々の目的に共通に対応する観測で、定期的かつ継続的に観測され、資料整理様式が標準化されているもの。
- (2) 特定事業目的のために行う観測で、期間を限って観測し、資料は特定の目的に沿って整理されるもの。

(1) の場合は計画管理の基礎となる資料であり、また特定目的の調査や事業実施の際にも基礎的な資料となるため、資料が多目的に使われるので、観測方法を標準化し、全国的な比較検討のためにも精度の水準を揃えることが必要である。このため国土交通省河川局では水文観測業務規程を定め、全国の一級水系等の水文観測に係わる事項を統括している。特に計画規模決定等の資料とするためには、長期間の資料を要するため、信頼度の高い、欠測のない資料を蓄積することが必要である。たった一回の欠測が長年の資料の価値を半減することがある。長期間にわたり定期的かつ継続的に観測される水文データとして降水量、水位、流量、地下水、水質等があるが、本書では特に基本的な降水量、水位、流量について記述する。

- (2) の場合は構造物の工事のため、短期間に限って狭い範囲の内水位の調査や

雨量計の配置をきめるために雨量分布を調べる調査等がこれに当たるが、これらの調査はその目的に応じた器械や設備を選び、測定方法、精度等も目的に適合するよう留意することが大切である。しかしながら、特定目的の観測であっても、観測期間が長期間にわたり、また水文統計資料として有効な観測と考えられる場合は、当初より(1)と同様の観測として行うことも必要である。

一般に測定には直接測定と間接測定の種類がある。直接測定とはある量を測るのに、中間に他の量を介在させることなく、人間が直接計測する方法で、普通雨量計で雨量を測ったり、水位標で水位を読むことがこれにあたる。これに対し自記雨量計や自記水位計のように、それぞれの量を直接に読みとるのではなく、途中にいろいろな量を介して測ることを間接測定と呼ぶ。

直接測定は単純であるから、測定者の錯誤さえなければ正しい値が得られる方法とみなされるが、精度については眼の分解能力等人間の肉体的能力により限界がある。

間接測定は連続した測定値を得ることの出来るものが多く、機構を工夫することによって測定値の精度を上げることも出来るが、そのために途中の機構が複雑になることがある。複雑になる程故障率が高く、部分的な故障とか調整不足等による誤りの発見が出来にくい。

従来は直接測定が主体で、間接測定はこれを補うものであるとする考え方が基本であった。このことは歴史的に見れば、観測は先ず直接測定で出発し、技術の進歩に伴って器械類が開発、普及して来たこと、また器械の開発当初は故障が多く信頼度が低いものであったことによると考えられる。今日のように急速に技術革新が進み、観測器械の信頼度も向上してくれば、それをふまえて間接測定のウェイトがふえてしかるべきである。

しかしながら器械そのものには、本質的に前述のような欠点は皆無にはならないので、間接測定に際しては、堅牢で、過酷な自然条件に耐える、出来るだけ単純な機構を用いることによって観測の信頼度を確保することが大切である。

なお、気象業務法に規定される観測機器の検定及び観測所の届け出がされていない場合は速やかに届け出る。

### 1・1・3 観測業務

水文観測業務の内容を分けると

- (1) どのような形態で
- (2) どのような場所で
- (3) どのような運営管理をするか

ということになる。

#### (1) 観測所の選定配置

観測の種類ごとに観測所の選定配置については各章で述べられているが、共通して必要なことは、次のようなことである。

- ① 場所の一次的な選定は地図上で行うのが普通であるが、現地の様子は地図や写真ではわからないことがあるので、観測責任者は現地の状況を自分の目で確認し適不適を判断することが必要である。
- ② 観測は人と器械の両者が補い合い、助け合って成果を得るものであるから、観測所の場所の選定にあたっては観測担当者との関係を充分配慮することが大切である。例えば観測担当者にとって安全度の低い場所は禁物であるし、不便な場所は避けることが望ましい。

#### (2) 観測業務の運営管理

水文観測は自然現象を対象としている。同じ自然現象は二度と出現せず、観測にはやり直しがきかないので、常々万全の準備をしておくことが必要である。さらに、稀にしか起らない異常現象の資料こそ貴重であるから、他の業務では異常事態として許容される誤りや欠測も許されない。

このことは人にとっても器械にとっても過酷な条件である。したがって水文観測業務の運営管理には細心の注意をはらって、全体システムが万全に機能する仕組みを維持すると共に、そのチェックを怠ってはならない。

さらに正しく欠測のない観測を長期にわたって行うためには、施設の整備・観測及び維持管理に対する十分な配慮が必要である。

#### (3) 観測時における安全管理

水文観測は、真夏の炎天下や真冬の寒冷な気象条件の時でも、風雨の中、あるいは洪水時でも、さらには昼夜を問わず実施される。かつ車両が通行する橋梁上での作業や観測船の利用など、観測作業には潜在的に危険性が伴っている。したがって、危険に対する知識と危険を最小限に食い止める手段は観測作業に従事するものに不可欠である。

一般的な安全管理のためには、労働安全衛生法とそれに関連して制定された労働安全衛生規則があり、水文観測もこれらの規定を遵守して実施されなければならない。

観測者は各自が安全に責任を持つと同時に、共同で観測作業を行っている観測者の安全に対しても注意を払うことが重要である。観測業務を運営管理する責任者は、観測担当者に対して観測に伴う危険を周知し、危険を最小にするために適切な設備を設置し、安全対策のための装備を観測担当者に供給し、適切な訓練を行わなければならない。次に2、3の例を述べる。

#### ① 観測時の気象条件に対する配慮

観測はいろいろな気象条件下で行われる。酷暑の炎天下では強い日射に対する対策、酷寒地では避寒対策、強風下では転落防止等の対策、が必要になる。冬期の結氷河川での流量観測では河岸へ下りていく時及び氷上での作業時の安全対策をすること。また、高山での観測でも同様な配慮及び山岳遭難対策を要する。観測者には観測条件に応じた安全用品、防護品、装備を供給しなければならない。

#### ② 通路の整備

傾斜が急な川岸では階段や、梯子の設置などの安全対策をとり、降雨時、夜間及び積雪時でも安全に観測所に立ち入れるように整備しておく。

#### ③ 安全管理体制

装備などの供給、作業者の安全訓練とともに、安全管理体制を整えておかねばならない。危険の度合によるが、安全要員を指名しておくこと、また万一の場合の処置及び通報連絡系統図（病院等の住所・電話などを含む）を予め決めておくこと。

#### 1・1・4 観測器械の要件および観測の心構え

水文観測の所要の成果を得るためには、信頼のおける確かな観測器械を整備する必要がある。

##### (1) 観測器械にとって大切な要件

- ① 作動に安定性があり長期にわたり信頼度の高いこと。
- ② 異常現象や過酷な使用条件に耐えること。
- ③ 観測担当者の取扱いやすいもの。また取扱いの難しいものは部品を交換しやすいもの。

以上の要件をみとすために、なるべく機構が単純でかつ堅牢な器械が良い。専門家でなければ故障が直せないものは、急な場合に役に立たなくなることがある。

##### (2) 観測の心構え

水文観測は二度と同じ現象の現れない自然現象を観測するので、観測にあたっては特に次のような心構えが要求される。

- ① テレビの天気予報やラジオの気象通報により、降雨の予測とそれともなう出水を予測し、それらに対する必要な資器材の準備をすることにより欠測のないようにする。
- ② 常に良い状態で観測するため施設の不備や器械の故障はすみやかに連絡して、観測所の状態を常に良好な状態とするよう心掛ける。
- ③ 正しい記録をとることに努める。観測に出る時は腕時計を正しい時刻に合わせるとか、測定方法について研究し、正しい測定値が得られるよう日頃から心掛ける。
- ④ 注意深く現象を観察し、事実を正しく見る必要がある。予見を持っていると勘違いしやすいし、特異な自然現象を見落すことがある。

## 1・2 水文観測の現況

### 1・2・1 水文観測の沿革

#### (1) 概 説

近代的な気象観測の歴史は明治8年6月、赤坂葵町においてイギリス人ジョイネルにより1日3回の定時観測が行われたことに始まる。これが東京気象台の創立であると考えられている。明治9年には「東京気象月報」「同年報」が刊行されている。

日本人の手による気象観測は19世紀初めから江戸の天文台で天文観測と共に行われていたが、雨量観測が実施されていたかどうかは明らかではない。

直径20cmの受水円筒の下半分を地中に埋め込んだ標準型雨量計が使われだしたのは明治16年の頃である。このころ直径10cmのフランス式雨量計も使用されており、それ以前には直径8インチのイギリス式が多かったという。

明治18年内務省地理局測量課は地理局第4部と改称され、調査、測候、予報、験震、観象、編暦の6課の整備が行われた。明治20年には東京気象台が中央気象台と改称され、気象台測候所条例の公布が行われて、現在の気象庁の原型が形づくられた。

日本の近代的な水文観測は明治5年にオランダの技術者ファンダーンの指導で設置された淀川の毛馬、および利根川の境町の水位標による観測に始まる。その後琵琶湖の瀬田川や木曾川等に水位標が設置され、体系だった水位記録がとられるようになってくる。これらは主に明治初期に活発に行われた低水工事のための水位観測であったが、流量資料となると、その必要性が生じ観測が行われたのは明治20年代以後のことと考えられる。

日本人の手による河川水位の観測は、享保13年（1728年）中津藩で中津城北門鉄砲場において山国川の水位を測った記録があり、隅田川でも水位の観測が洪水時に実施されていたことが記録に残されている。

水位観測は水位標による観測が中心であったが古い雑誌には明治23年（1890）

に信濃川筋新潟地先で自記量水器が使われたという記録が残っている。また、木曾川では明治14年（1881年）オランダより輸入の自記検潮儀を桑名、吉ノ丸、揖斐川に備えつけたという記録がある。

これらのことから明治中期以後、水位観測の体制の整備が進められたものと類推される。

流量観測については文献によると内務省がすでに明治24年（1891）に瀬田川で流量を測定していたと書かれている。この時の流速測定法は大部分浮子を用いて行われ、その値のチェックに流速計を用いたようである。

この当時の流量観測は体系的に整備されて実施されていたものではなかったようであり、国の機関が予算を使って組織的に行う流量調査は大正初期からと考えられる。

日本の流量調査を歴史的に眺めてみると、これに技術的指針を与え体系化した調査としては次の3つのものをあげることができる。すなわち大正初期に逓信省の行った水力調査、昭和12年に始まった逓信、内務、農林3省合同の河水統制事業調査及び昭和25年から建設省の行った水理調査である。

過去に行われた3大調査はいずれも時代の要求に基づく事業調査でその事業目的がその調査の内容にまで影響していた。

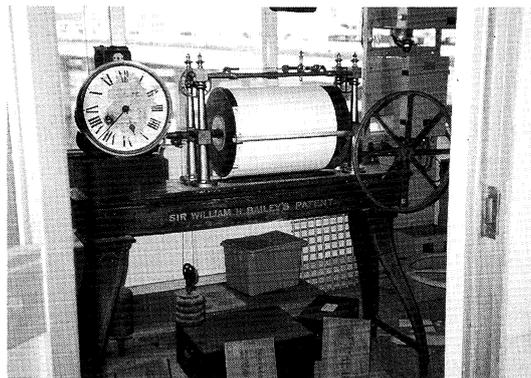


写真1・2・1 明治33年に設置され現在も稼働中のベイリー式水位計  
（琵琶湖工事事務所、鳥居川水位観測所）

① 通信省・商工省（通商産業省）水力調査

発電水力のための流量調査であって明治43年から開始され、これに必要な技術規定が整備された。この調査には自記水位計（リシャール型、内務省考案横軸型、米国ガーレー社製）が用いられ、流速計には森式の他、現在も用いられているプライス流速計が使用された。調査結果は水力調査書として公表されている。これは第1次水力調査（明治43年～45年）以後第4次水力調査（昭和31～34年）まで4回にわたり実施された。

② 河水統制事業調査

昭和12年より逓信・内務・農林3省が合同して行った河川水の多目的利用のための流量調査である。調査対象河川数は140河川で3省の分担で行われたが、逓信省は水力調査のため上流部を、中・下流部は内務省・農林省といった形のものもあった。この調査のため調査要領が規定され、現在の水理調査等に引継がれることとなった。

③ 水理調査

流量調査を主体とする戦前の「河水統制事業調査」は戦後しばらく継続されたが、昭和25年に「水理調査」に引継がれ建設省での水文観測体制の確立がはかられることとなった。

(2) 国土交通省における水文観測の沿革

国土交通省における水文観測の現在の体系の始まりは直接には建設省による「水理調査」によるものであるが、その元となったのは内務省等が昭和12年から実施した「河水統制事業調査」である。

内務省はこの調査成果を昭和16年に「流量年表」「雨量年表」として昭和13年以降のものについて刊行した。これが現在の国土交通省刊行の両年表の始まりである。内務省土木局が刊行した「流量年表」には111観測所の日流量が記載されているが、すでに自記水位計が設置されていたものもある。現在の年表と比較して資料として連続するものは28観測所ある。これらの観測所ではすでに58年の観測の歴史をもち、水文資料としては貴重な記録となっている。

## 解 説

流量調査を主体とする戦前の「河水統制事業調査」は戦後、しばらく継続されたが、事業調査であったことから、このような基礎調査は永続的なものとする必要があるため、昭和25年に「水理調査」という予算費目が設定されることとなった。

この調査の実施をはかるべく制定された技術規定に「水理調査基準要綱」があり、これは次の7章からなっていた。

- ① 水理調査事務抜要綱
- ② 雨量観測所設置要項
- ③ 雨量観測員心得
- ④ 水位観測所設置要項
- ⑤ 水位観測員心得
- ⑥ 流量観測所設置要項
- ⑦ 流量観測心得

この技術規定が現在の国土交通省における「水文観測業務規程」に引継がれている。

### 1・2・2 水文観測の現況

#### (1) 我が国の水文観測

現在、我が国では、国土交通省河川局、気象庁を主体に国土交通省のその他の部局（道路、港湾等）、農林水産省、都道府県、電力会社等により行われている。

このうち、国土交通省河川局では総合的な河川計画の立案、河川工事の実施、河川の適正な維持、河川環境の整備及び保全その他の河川の管理に必要な水文統計資料の整備を図ることを目的として雨量、レーダ雨量、水位、流量等の水文観測を実施しており、雨量、レーダ雨量、水位、流量観測所は約5,200箇所及んでいる。

また、気象庁では現在、全国の1,316箇所雨量観測を実施している。

#### (2) 観測データの公開

国土交通省河川局では、観測したデータをこれまで年表により公表してきたが、主に既往の観測データを平成10年7月より「水文水質データベース」として、リアルタイムデータを平成13年6月より、「川の防災情報」としてインターネットに

より公開している。また、原則として全ての観測データを公表することを方針として準備が進められている。

## 1・3 水文観測に関する法律および規程

水文観測は国土の実態を科学的に総合的に調査するための側面と河川事業や電力事業等のための事業調査の側面の2つの観点から実施されてきた。このため水文観測に関する法律もこの二側面から整備されてきている。これらの法規には河川法、国土調査法、気象業務法、電気事業法等がある。

### 1・3・1 河川法と諸規程

#### (1) 河川法

国土交通省の水文観測は、河川法に基づく河川管理並びに国土の開発及び保全を目的として以下の観点から実施されている。

- ① 治水利水計画の策定等
- ② 河川環境の整備及び保全
- ③ 河川工事の実施
- ④ 流水管理（洪水予警報の実施、災害対策、渇水調整等）
- ⑤ 河川管理施設の操作等
- ⑥ 河川法に基づく許認可
- ⑦ 国土の開発及び保全
- ⑧ 事業実施のための調査
- ⑨ その他

#### (2) 水文観測業務規程

国土交通省河川局では先述したように河水統制事業調査以降、河川管理のための体系的な水文観測の必要性が高まり、河川管理行為の一環として水文観測業務が実施されてきた。その技術的な先駆をなすものは、直接には昭和27年に河水統制事業調査に関する諸基準の一つとして整備され、事務次官通達として発出され

た水理調査基準要綱である。その後、水文観測所の増加や観測器械の進歩等に伴い、水文観測資料の整理、保管方法を基準化するため、昭和41年6月に水文観測業務規程として事務次官通達が発出されたものである。その後、新たな観測器械、処理・記録機器の開発等の技術の進歩や社会状況の変化を背景として実態にそくした業務実施の基準とすべく、平成8年3月に改定がなされている。

これにより近代的な水文観測業務が実施されてきたが、観測品質の確保、データの公開、実施体制の明確化、普通観測の廃止、技術開発等に関して平成14年4月に業務規程制定以来の全面改定がなされたものである。以下に主要な改定事項及び改定のポイントを示す。

① 観測品質の確保

品質確保のため地方整備局長が品質管理組織を設置し、地方整備局長による雨量、水位及び流量等の観測データの照査を義務付け。

② 普通観測制度及び委託観測制度の廃止

自記観測の普及と信頼性の向上、観測員の確保の問題及びレーダ観測技術の向上等から、普通観測（委託観測）制度を廃止。

③ 水文観測業務の確実な実施

水文観測業務は、地方整備局長が主体的に実施することを明確化。

④ 観測成果の公開

全ての観測成果の公開（年表及びインターネット）、電子データ化の義務付け。

⑤ 技術開発

水文観測に係わる技術開発は、河川局長及び地方整備局長の責務であることの位置付け。

[新水文観測業務規程の構成]

第一章 総則

第二章 観測所の配置及び設置

第三章 観測

第四章 観測成果の整理、報告、保存及び公表

- 第五章 監査及び指導
- 第六章 技術開発等
- 第七章 観測成果の品質管理
- 第八章 観測所の維持及び管理
- 第九章 雑則

[水文観測にまつわる諸基準の経緯]

- 昭和12年 河水統制事業調査（通信省・内務省・農林省）
- 昭和25年 水利調査（建設省）
- 昭和26年 国土調査法制定
- 昭和27年 水理調査基準要綱（事務次官通達）
- 昭和27年 気象業務法制定
- 昭和40年 河川法改正
- 昭和41年 水文観測業務規程制定（事務次官通達）
- 平成8年 水文観測業務規程改定（観測所種別，テレメータの位置付け等）
- 平成9年 河川法改正
- 平成14年 水文観測業務規程改定（観測品質の確保，データの公開，実施体制の明確化，普通観測の廃止，技術開発等）

**(3) 河川砂防技術基準（案）**

水文観測業務規程は主に観測に伴って必要となる手続事項を定めるものであるが、観測を実際に行うための技術的な事項は河川砂防技術基準（案）に記載されている。

現在の河川砂防技術基準（案）は平成9年9月に作成されたものであって水文観測に係わる事項は調査編，第1章降水量調査，第2章水位調査，第3章流量調査に記述されている。

**(4) 水文観測のマニュアル**

河川砂防技術基準（案）（昭和33年版）は水文観測に用いる観測機械やその設置方法，観測方法，観測回数等について，統一的な基準を構成したもののだが，具体的な観測の実施方法は細部にわたり記載されていない。このため，この技術基準

の内容を実施するための手引書として昭和37年に「水文観測」の初版が出版された。昭和49年に流量観測の部分に限って再度若干の修正を加えて出版された後、内容を抜本的に見直して、雨量観測、水位観測をも加えてこの間の技術進歩をとり入れた形で、昭和60年に「水文観測」の改訂版が出版された。さらに、平成8年に水文観測業務規程の改定を受け第3版を発刊したのち、今般平成14年4月の「水文観測業務規程」の全面改定を踏まえて第4版（本書）の出版に到ったものである。

### 1・3・2 関連した法律等

#### (1) 国土調査法

国土調査法は、国土の開発及び保全並びにその利用の高度化に資するとともに、あわせて地籍の明確化を図るため、国土の実態を科学的且つ総合的に調査することを目的として昭和26年に制定され、基本調査、土地分類調査、水調査、地籍調査の実施が定められている。

水調査としては、水基本調査作業規程準則、降水量調査作業規程準則、水位及び流量調査作業規程準則が定められており、具体的な調査方法が示されている。

なお、水調査は短期的には昭和35年までの間において個別水系の調査を行っており、長期的には各行政機関のデータを集めて水系毎に「主要水系調査書」として取りまとめ作業を行ってきており、平成12年度に全国の一級水系のとりまとめを終了している。

[水基本調査作業規程準則]

- 第一章 総則
- 第二章 観測所等の配置の基準
- 第三章 踏査
- 第四章 既存資料の収集及び解析
- 第五章 観測所等の位置の決定
- 第六章 成果のとりまとめ

## [降水量調査作業規程準則]

- 第一章 総則
- 第二章 観測所の設置及び観測員の委嘱
- 第三章 観測
- 第四章 結果のとりまとめ

## [水位及び流量調査作業規程準則]

- 第一章 総則
- 第二章 観測所の設置
- 第三章 観測
  - 第一節 通則
  - 第二節 定時の水位観測
  - 第三節 こう水流量以外の流量観測
    - 第一款 通則
    - 第二款 流速計測法
    - 第四款 堰測法
  - 第四節 こう水流量観測
  - 第五節 野帳の記載
- 第四章 結果のとりまとめ

**(2) 気象業務法**

気象業務法は、気象業務に関する基本的制度を定めることによって、気象業務の健全な発達を図り、もって災害の予防、交通の安全の確保、産業の興隆等公共の福祉の増進に寄与するとともに、気象業務に関する国際的協力を行うことを目的として昭和27年に制定された。

その主な内容は、「気象庁が行う気象業務についての規定」、「気象庁以外の者が行う気象観測の技術的な基準、予報業務の規制」、「気象予報士、気象業務センターに関する事項」となっている。

- 第一章 総則
- 第二章 観測

## 第三章 予報及び警報

## 第三章の二 気象予報士

## 第三章の三 民間気象業務支援センター

## 第四章 無線通信による資料の発表

## 第五章 検定

## 第六章 雑則

## 第七章 罰則

なお、気象業務法では、気象庁以外の政府機関又は地方公共団体が行う気象の観測について、国土交通省令で技術上の基準が規定されており、河川局で所管する水文観測業務としての雨量観測はこれに従う義務がある。

ここで、義務付けの対象となる観測種目は、気圧、気温、蒸気圧、露点温度、相対湿度、風、降水量、積雪の深さ、雲、視程、日照時間、日射量、天気である。

また、気象観測施設を設置したとき又は廃止したときは、気象庁長官への届出、届出をした者に対し、気象庁長官の求めに応じて観測成果の提出、気象測器の検定が義務付け（違反に対して50万円以下の罰則規定）られている。さらに気象庁職員による立入検査、質問ができることを規定（検査拒否、妨害、陳述拒否、虚偽陳述に対して30万円以下の罰則規定）している。