イエメン・サナア旧市街保全の 国際技術協力

ーワーディ・サーイラー整備計画ー

INTERNATIONAL TECHNICAL ASSISTANCE FOR THE PRESERVATION OF THE OLD CITY OF SANA'A, YEMEN

Case of the Wadi al-Sa'ilah improvement
project

吉田正二 — * 1

キーワード:

世界遺産, サナア旧市街, 保全, ワーディ整備計画, 国際協力

Keywords:

World heritage, Old city of Sana'a, Conservation, Wadi al-Sa'ilah improvement project, International assistance

Masaji YOSHIDA — * 1

This paper refers to the Wadi al-Sa'ilah improvement project, which is one of the most important projects of the preservation plan for the Old City of Sana'a, Yemen. Before the establishment of the preservation office, the Ministry of Housing and Urban Planning made two plans. One of them is Open Channel Plan, which Yemen government adopted as their basic idea. This paper aims to give consideration to technical cooperation in conservation field through the examination of the various issues of the Yemeni Plan, revised version of the Open Channel Plan.

1. はじめに

イエメン共和国の首都サナアの旧市街はシバ王国の一都市として繁栄した歴史を持ち、7世紀以降はイスラーム都市としての特徴が形成され、中世期の姿は今日までよく保存維持されている。

植民地化の経験を持たないイエメンは1962年の革命以後に開発の時期を迎え、サナア旧市街も1970年代後半より市壁や市門の一部が徐々に取り除かれ変容している。しかしその一方でイエメン政府はUNESCO（国際連合教育科学文化機関）の協力を得て歴史的建造物の調査を開始し、旧市街内建造物の保存に乗り出した。1984年には政府は首相を議長とする「サナア旧市街保全委員会」を発足させるとともに総理府所属の「サナア旧市街保全事務所¹⁾」を設置し保全事業実施に向けた準備を進めた。その後UNESCOはサナア旧市街全体を一つの文化遺産として捉え、この保全を世界にアピールすると共に1986年に世界遺産に登録した。

保全事務所は「サナア旧市街保全計画」全59項目を提示し、それに従い国際的協力を得て事業を進めている²⁾。諸外国は専門家の派遣や資金援助を行い単体の歴史的建造物保存関係事業やインフラストラクチャー関係事業に協力している。

本稿は現地保全事務所での業務活動を通じて得た情報・資料に基づき³⁾、サナア旧市街保全計画の一つである「ワーディ⁴⁾・サーイラー整備計画」を取りあげ、国際技術協力の現状と課題を考察する。

2. ワーディ・サーイラーの状況

2-1 位置

サナア市全域におけるワーディ・サーイラー（Wadi al-Sa'ilah, 以後ワーディと記すこともある。）は市域東端山岳部の尾根に平行した形で南から北に延びている。その長さは上流の大統領官邸付近から下流のサナア空港付近まで、10数kmに及んでいる（図1）。

図1 ワーディ位置図

2-2 乾期と雨期

ワーディは現在に至るまで年間2回の雨期には事実上の河川と化すが、乾期には自然の交通路として利用されてきた。今日車道として利用されるのは旧市街のみではなく、上流では南のリングロードを挟んだ約2km、北ではシュウブ通りからさらに北のリングロードに至る約1.5kmの距離も利用されている。このような状況はワーディと平行して走る旧市街西端境界のアブドゥル・ムグニ通りが市を南北に結ぶ主要な道路の一つであり、通勤時、退社時だけでなく一日を通して渋滞するためである⁵⁾。このためワーディがこのパイプスの役割を果たしている。特に旧市街部分では旧市街内生活者や関係者の車輛以上の通過車輛が多くなっている。

年2回の雨期は気象庁の過去の記録を見る限り定期的なものでは

*1 国際連合地域開発センター 客員研究員・工修
(〒450-0001 名古屋市中村区那古野1-47-1)

*1 Visiting Researcher, United Nations Centre for Regional Development,
M. Eng.

ないが、年間月別降雨量の平均数値からみると3月から5月と8月に雨が多いことがわかる(表1)。しかしイエメン気象庁のサナアの雨量観測地は市の西方にある上、サナアでは局地的雨が多いこともあり、降雨量がワーディの水量に常に関わるとは限らない。

表1 一年間月別降雨量

Year Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total(mm)
1983 Total	33.4	13.2	125.9	89.5	12.5	0.0	8.0	70.9	0.0	0.0	0.0	0.0	353.4
Max.24h	27.4	6.3	39.0	33.0	4.6	0.0	8.0	24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	
1984 Total	0.0	0.0	2.0	10.2	39.8	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8	82.8
Max.24h	0.0	0.0	2.0	8.8	16.4	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8	
1985 Total	0.0	0.0	0.9	112.0	49.4	0.0	10.2	8.9	4.8	0.0	0.0	0.0	186.2
Max.24h	0.0	0.0	0.9	30.9	43.1	0.0	10.2	8.9	4.8	0.0	0.0	0.0	
1986 Total	0.0	1.5	45.8	60.8	4.0	23.6	8.1	63.5	2.1	0.0	0.0	3.4	212.8
Max.24h	0.0	1.5	26.9	17.2	2.4	23.0	2.4	21.9	2.1	0.0	0.0	3.4	
1987 Total	0.0	2.3	6.2	15.2	19.4	18.9	0.0	21.3	20.8	0.0	0.0	13.8	117.9
Max.24h	0.0	2.3	5.0	5.7	9.0	18.5	0.0	6.7	18.2	0.0	0.0	8.8	
1988 Total	0.0	37.4	1.2	67.4	0.0	0.0	73.2	20.7	4.6	0.0	0.0	0.0	204.5
Max.24h	0.0	14.2	1.2	19.0	0.0	0.0	32.0	7.6	2.8	0.0	0.0	0.0	
Average	5.6	9.1	30.3	59.2	20.9	9.3	16.6	30.9	5.4	0.0	0.0	5.8	193.1

2-3 旧市街におけるワーディ

都市形成過程から見ると本来旧市街は12世紀頃まで現ワーディ位置を西端としていた。その後西方に市街地が拡張されたことで旧市街内にワーディを取り込むことになった。この時ワーディに橋が一つ架けられ、現存する。また、革命以前までワーディと市壁交差部分には南北2箇所橋状構築物ハンダックが建設され、防衛上の監視塔も備わっていた。

近代化により道路網の整備が行われ、ハンダックは撤去された。旧市街南北市壁と平行に建設されたアスファルト道路は、南のズバイリー通りではワーディ上部にコンクリートの橋が架けられ、北のシュウープ通りではワーディ交差部分の川床がコンクリート仕上げされた。旧市街部分を横切るワーディの距離は2道路間で約1.3kmである。

1988年の測量図を見るとズバイリー橋のコンクリート橋脚部で標高2247.02m、シュウープ通り川床部で2244.22mであり、その差は2.8mである。途中の区間の高さは雨期の侵食等により変動しているが、全体的に緩やかな勾配を保っている。

ワーディの川床や法面は自然の状態で放置され整備されないままである。ワーディに面した住宅では下水管の不備や施工不良により生活排水が漏水している。雨期には法面は自然に侵食・崩壊し続けている。乾期には四輪駆動車が砂煙をあげて走り抜ける。さらにここは旧市街において線上の大空間を占め両岸の景観と関わる。このようにワーディの存在は旧市街の雨水・排水問題、交通問題、生活環境問題、景観問題などに大きく関わっている。

3. 整備計画案の経緯

ワーディ整備計画は実施案に至るまで4案が、いずれも国際協力を得て提示されている。これらは大きく2つに分けられる。一つは保全事務所設立以前に都市住宅省によって道路整備の一環として考案された2案⁹⁾で、もう一つは旧市街の保全を前提とした2案である。以下に各案の概要と一部背景を示す。

初期の2案は70年代後半から80年代前半に考案された。

①オープンチャンネル案：イギリスのコンサルタントによるこの案は現在のワーディの現状を大幅に変えず、川床を平滑な切石で舗装することにより流水と交通の両用にあて、法面を割石で石垣状に整形するもので、旧市街のみを対象にする。

②ボックスカルバート案：中国の建設会社によるこの案は川床下に

鉄筋コンクリート造ボックスカルバートを設け、カルバートの上に中央分離帯を伴う自動車道を建設するものである(図2)。その長さは旧市街南方から空港付近までの約7kmである。

図2 計画断面透視図(出典：都市住宅省提供資料)

以後の2案はサナア旧市街保全計画の一事業として提案された。

③イタリア案：イタリア・コンサルタントはボックスカルバート案を推奨しながらもこの案では旧市街の歴史的景観を損なうものとして批判し、ボックスカルバートを川床上ではなく川床下に設け、修正ボックスカルバート案として提示した。川床は切石で舗装し自動車道とし、法面は割石で装い、両岸を歩道として整備する内容である。しかしこの案はイタリア・コンサルタントの調査不備によるボックスカルバートの位置の誤解から生じたもので基本的に②と変わらない⁷⁾。都市住宅省の案(図2)には法面がなく、両岸の住宅が車道(河床部)と同レベルであることが誤解の原因と考えられる。尚、同報告書には経済的理由によりイタリア案が不可能ならばオープンチャンネル案を採用しても良いと記されている。

この後イエメン政府は1986年、日本政府に「サナア旧市街保全」のための技術協力を要請し、翌年日本政府は国際協力事業団(JICA)を通して2名の建築・土木の専門家を派遣した。この時に次の案が提案された⁸⁾。

④川床下トンネル案：派遣専門家が提示した理想案は、川床下に自動車専用トンネルを設け、ワーディは自然の形状で残し、歩行者や住民のためのオープンスペースとして整備するものである。

1988年以後、イエメンではワーディ整備計画が最重要かつ緊急を要する課題として浮上し、保全事務所の計画部に置いて実施案の作成が急がれた。その頃、建設省及び財団法人国際建設技術協会は海外建設計画情報収集調査のために3名からなる調査団をサナアに派遣し、ワーディ整備計画の事前調査を実施した。報告書では①と③の案を検討し、①を採用して断面計画を提示している⁹⁾。この調査時にイエメン政府は日本に「ワーディ整備」に関する資金援助を要請している。また遅れて、「サナア旧市街保全計画」に対する専門家派遣も要請¹⁰⁾した。一方で、同年末に上記4案から技術的、経済的に可能なオープンチャンネル案の採用を決定し、それを修正案(イエメン案)としてまとめることにした。当時北朝鮮技術者が保全事務所に派遣されており、彼らが計画案を作成することになった。

4. 実施案

精密測量を終え、実測図縮尺200分の1が作成された後に、設計は次の3段階で進められた。尚、全体計画として縮尺500分の1の

完成予想図が途中作成された。各特徴は以下の通りである。

(1)設計第一段階：川床と法面および旧市街内道路交差部を対象とする雨水・排水計画で、1989年6月に終了した。

①川床(a)幅：標準9m, 部分的に広い箇所もある。(b)勾配：センターラインより両岸へ3%, 上流より下流へ2.5%。(c)材料：コンクリートの切石を使用, ただし既存橋下ではコンクリート。

②法面(a)高さ：標準2.8m, 場所により高いところもある。(b)傾斜：底部は1:1.25, 高部は地形に準ずる。(c)材料：石。

③旧市街内道路交差部：ワーディ東で7箇所, 西で6箇所。

(2)設計第二段階：ワーディを横断する橋の位置設定とその設計で90年始めに終了した。

①種類(a)歩車道兼用の橋：1箇所。(b)ハンダック：2箇所, 監視塔を含む。(c)歩行者専用の橋：3箇所。ただし, 監視塔付きハンダックは復原ではなく新しくデザインしている。

②位置(a)シュウブ通り, 幅約7.5m。(b)復原に基づく南北市壁交差部。(c)ワーディの距離を均等した位置で小学校校門付近, 2箇所のモスク入口付近。

(3)設計第三段階：両岸の歩道・付帯施設・緑化計画の設計で, 完成予想図には計画されているが, 詳細設計は未着手のままである。

①歩道：ワーディ沿いに高さ80cmの胸壁を設置, 床は石で舗装。

②付帯施設・緑化：店舗の配置, ベンチ及び照明器具の設置, 植樹。

5. ワーディ整備事業の効果

ワーディ整備事業はサナア旧市街保全計画の重要項目の一つであり, 事業を実施することで旧市街には以下の効果が期待できる¹¹⁾。

①雨水排水機能の完備：旧市街における都市排水機能を完全なものとし, 基盤整備を完結できる。

②交通整備：交通流通機能が円滑化され, 住民の生活に利便性と安全性を与える。

③ゴミ処理：都市廃棄物の収集機能に役立ち, 都市環境を向上させ, 健康的な都市生活を育成できる。景観に調和する緑地計画により新たな都市景観の創造に役立ち, 都市生活のアメニティを増大させる。

④観光開発：観光客の流動を容易かつ多様化することに役立つ。

6. 課題

旧市街への効果が期待される一方で課題もある。課題は相互に関連するが, 大きく分けると以下の4点をあげることができる。

(1)都市計画的課題

①ワーディ整備計画の背景には都市住宅省と保全事務所における意見の食い違いが見られる。道路としての整備と河川としての整備は開発と保全の問題にも繋がるものである。しかし基本的にはワーディの整備はサナア市都市計画の中で位置付けられるべきものであり, 整備計画の内容について共同で取り組むべき課題である。旧市街だけを対象とした実施案には問題がある。

②川の流下能力を考慮し, 上流, 下流では調整池と農業用水を兼用した雨水貯留施設の設置を検討することが必要である。土砂が整備した河床に流れ込まないような制御も求められる。旧市街内を対象とした実施案では雨期に大量の土砂が流れ込む可能性が高い。

③今後首都サナアに人口が集中し, 都市域が拡大すれば道路舗装率は上がり, 雨水浸透度は限りなくゼロに近づく。大量の表面流が発

生するとともに洪水到達時間も短くなり, ワーディ沿いに水害の危険を伴う。雨水が浸透しやすい土地の市街化を抑制する一方で市域全体の雨水排水計画が必要となる。

④歴史的に見ると, ワーディが氾濫する箇所は居住地区としての旧市街部分のみであった。しかし近年の都市化でワーディ上流下流の両岸に不法占拠の居住区が形成され始め, 洪水氾濫予想区域は拡大する傾向にある。洪水の氾濫も「神の思召し」的に捉えられているが, 都市防災の注意喚起を促すことが必要となる¹²⁾。

(2)技術的課題

①洪水ピーク流量 $Q=100\text{ m}^3/\text{s}$ が正しいとした場合¹³⁾

計画の修正オープンチャンネル案で $Q=100\text{ m}^3/\text{s}$ を流下することができかどうかの検討をする必要がある。計画断面1, 2の流下能力は $Q_1=126\text{ m}^3/\text{s}$, $Q_2=137\text{ m}^3/\text{s}$ であり, 流下能力は満たしているものと考えられる。しかし, 安全率などを考慮するならば十分な断面であるとはいえない。

②洪水ピーク流量 $Q=100\text{ m}^3/\text{s}$ が正しくないとした場合¹⁴⁾

本検討で仮定した流域面積, 流出係数等を用いて, 日本で使われている合理式により流量を計算すると $Q=170\text{ m}^3/\text{s}$ となり, イタリア案で扱われている洪水ピーク流量 $Q=100\text{ m}^3/\text{s}$ より大きくなる。

このため $Q=100\text{ m}^3/\text{s}$ を採用した根拠及び次の項目について調査を行う必要がある。(a)日雨量, 時間雨量の記録, (b)流域面積, 地表状態(荒地, 早生, 植林, 植樹, 舗装等), (c)最上流地点からの距離及び標高差, (d)過去のワーディの氾濫状況

尚, $Q=100\text{ m}^3/\text{s}$ を確保するためには次のような施設を設けて雨水の流量をコントロールしなければならない。

(a)洪水が旧市街内に到達する途中に調整池を設ける。(b)道路の地下に暗渠を設置して排水し, 平時は下水道として利用する。

(3)施工上の課題

①技術指導：ワーディは溜れ川である。雨水は高地から低地へと流れ, 途中で地中に浸透する。途中の貯留水も時間とともに浸透, 蒸発する。この観念の上に「舗装」という近代的技术が輸入されたため施工の上では常識である排水用勾配をとることが街路舗装事業において無視されてきた。排水溝が設置されることもなかった。ワーディ整備計画の実施にあたっては施工者への技術指導が必要である。指導がないままの施工では途中の河床で貯留水ができ, 不衛生な環境をつくることになる。

②施工方法：整備計画はワーディを中心として, 河床, 法面, 両岸の歩道及び住宅までを石により舗装することになっている。連続した石舗装により通過車輛からの振動は住宅に伝わる。両岸の住宅間には上下水道管も埋設されているため振動を制御するための施工方法が必要となる。旧市街内街路舗装事業により車両通過が増加し, 塔状住宅にクラックが入った例が多数ある。

(4)技術協力の課題

①専門家の多くは「サナア旧市街保全」を目的に派遣され, 業務を実施しているため, 市域全体を通して旧市街を捉えることをしない。これには各省の事業指針による影響もあるが, ワーディは道路や河川として市域全体の中で捉えるべきである。

②イタリアは旧市街保全調査において交通計画を考える際にサナア市全域を概観して提案を行った。ワーディ整備案もその中に含まれる。しかし, 整備計画案の経緯調査はしておらず, 過去の案を誤解

する結果となった。そしてその後派遣された多くの諸外国専門家は、このイタリア報告書から全てを判断することになり、裏付け調査が行われたものは限られる。徹底した調査が望まれる。

③この事業はアメリカ国際開発庁 USAID の資金協力で 1998 年に開始された。しかし同機関は専門家派遣はしておらず、施工図面を検討することなく事業を進めている。さらに保全事務所は施工業者選定後は全く事業に関わっていない¹⁰⁾。援助国には専門家の派遣が、保全事務所には現場責任者・担当者の選任などが求められる。

7. まとめ

本稿はサナア旧市街保全計画の一つであるワーディ・サーイラー整備計画を取りあげ、特に国際協力の立場から事業内容を検討し課題を明示した。各援助国政府の協力方針の違いが根底にあるために、政府間レベルと現場レベルでの理想と現実がかけ離れ、また派遣専門家と現地保全事務所スタッフ間でも違ふことがある。保全事務所が設立され、旧市街の保全が目指されながらも関係者の共通認識の不在が技術協力の現場に与える影響は大きい。このような状況をどのように調整し、打開策を見つけるかは今後の大きな課題となろうが、本報告では国際技術協力のあり方を考える際の基礎的資料を提供できたものと考えている。

謝辞

本報告は筆者の派遣中の業務に基づくもので、派遣元の建設省国際課、国際協力事業団派遣事業部、さらに派遣先のサナア旧市街保全事務所に感謝いたします。

注

- 1) 1990 年 5 月にイエメンは南北統一し、機構改革が行われた。このため「サナア旧市街保全事務所」は文化・観光省「歴史的都市保全機構」と改称された。本稿では当初の名称を用いる。
- 2) 拙論：「イエメン・サナアの歴史的環境の保全について 国際協力による保全活動の動向」、『日本建築学会計画系論文報告集』第 500 号 pp.186-190 1997.10 に詳しい。
- 3) 筆者は国際協力事業団より 1989 年 10 月～1992 年 2 月まで派遣された。業務の内容は「サナア旧市街保全計画」に関する助言・指導である。保全計画そのものは広範な内容を含むが、個々の関係業務を通してカウンターパートに技術移転をすることが専門家の基本的な役割である。本報告は派遣初期に関わったワーディ整備計画に関するもので、以下の 2 資料（筆者作成報告書）に基づき、実施案作成までを中心に論じている。一部 1998 年 8 月の調査から得られた知見も加えている。a) 『ワーディ・サーイラー整備計画－現状調査と今後の課題』国際協力事業団、1990.7、b) *Study report on the wadi-al-Sa'ilah improvement project*, JICA, September, 1990
- 4) ワーディはアラビア語で、潤れ川を意味する。
- 5) イエメンは湾岸戦争でイラク側についた。このため近隣産油国、特にサウディ・アラビアやクウェート等に出稼ぎ労働者として就労していたイエメン人はその後強制帰国させられた。首都サナアにおいて職を求めて集まる引き上げ労働者をイエメン政府は一時的にタクシー運転手として労働することを許可した。このため人口集中とともに引き上げ時に持ち帰った車で、より一層その数は増えた。
- 6) サナア旧市街全域に関する実態調査と保全整備構想の作成は 1979 年に降イタリア政府の無償資金によりイタリアのコンサルタント会社が実施し、1983 年に報告書が提出された。膨大な報告書の一部にワーディ整備に関する項目があり、その中に都市住宅省による 2 案が示されている。Studio Quaroni S.r.l.: *Technical Infrastructure Aspect*, General Organization for Antiquities and Libraries, pp.25-29, 1983
- 7) 都市住宅省道路整備課を訪問(1989 年 12 月)し、担当者から全体計画案を提示されながら説明を受けた際、ボックスカルバート案は現状地盤を若干変えながらも川床下に置かれていることが判明した。これ以後の保全事務所に派遣された諸外国専門家はイタリア・コンサルタントの報告書をそのまま利用した。このような背景から 4 案の一つとした。
- 8) この派遣は協力事業に関する予備的調査が目的であり、ワーディ整備を目的としたものではない。この案は保全事務所の会議において提示された。石井昭：『総合報告書』p.4,p.108, 国際協力事業団 1987.12
- 9) Ministry of Construction + International engineering consultants association: *Preliminary study report on the improvement for the Wadi Sa'ilah in the Old City of Sana'a*, pp.16-17, p.30, 1989
- 10) 1989 年 10 月に JICA は「サナア旧市街保全計画」の技術指導として短期、長期の 2 名の専門家を派遣した。この 2 名はワーディ整備事業が日

本政府の無償資金援助の候補であることを事前に知り、派遣前にアイディア 3 案を準備して現地に赴いた。3 案は本章で示した③、④及び①の修正案（これは中央にオーブントレンチを設け、年間を通して流水を残そうというもの）である。(Akira Ishii + Masaji Yoshida, *Basic Ideas for Solution of Vehicle Traffic, Rainwater Drainage and Landscape Problems*, 1989) しかしイエメン側はこれら事前準備の案が提示される前にすでに実施案を決めていたので本稿では省いた。1990 年 4 月に両国政府間の話し合いでワーディ整備計画は無償資金協力案件とはならなかった。

- 11) Ministry of Construction, op.cit., pp.33-35
- 12) 8 月は雨期にあたるが、1998 年は例年と違い約 1 週間以上も雨が続き、異常気象といわれた。雨が降るのは 1 日のうち数時間であるが、ワーディは増水し最高 1m に達した。(日中水位は 40cm 以下になる。)このためこの期間に死者、行方不明者が 10 数名出たと言われる。
- 13) 本稿は土木工学的知見を要しないが、技術的検討を試みる。標準断面を 2 例を取りあげて計画断面の検討を行う。
 $Q = A \cdot v$ [A: 断面積 m^2 , v: 平均流速]
 $v = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$ [n: Manning の粗度係数, I: 底勾配]
 n: ライニング水路では 0.025,
 $I = (47.18 - 43.19) / 1355 = 0.003$, $I^{1/2} = 0.055$
 例 1 断面積 $A = 36.96 m^2$, 潤辺 $S = 19.08$ $A = 36.71 m^2$, $S = 16.52$
 径深 $R = 1.94$, $R^{2/3} = 1.55$ $R = 2.22$, $R^{2/3} = 1.70$
 故に $Q = 126.03 m^3/s$ $Q = 137.03 m^3/s$
 となる。以上より、この計画断面では $Q = 100 m^3/s$ を流下させることができる。

例 1 断面

例 2 断面

- 14) イタリア案で扱われている洪水ピーク流量 $100 m^3/s$ やイエメン案での同 $104.16 m^3/s$ という値は検討されていない。(1976 年の国際連合災害救済事務局が降水量を調査した記録があるが内容は不明である。この報告書を参考にイギリスのコンサルタントは 2000 年におけるワーディ下流 9km 地点での洪水ピーク流量を $104.16 m^3/s$ と推算している。)そこで試みに日本土木学会の水力公式集を参考にし、次の合理式を用いて洪水量の推定を行う。
 $Q_p = 1/3.6 \times f_p \times \gamma \times A$ [Q_p : 洪水ピーク流量 m^3/s , f_p : ピーク流出係数 (0.45~0.75), γ : 洪水到達時間内の平均有効降雨強度 mm/hr , A: 流域面積 km^2]
 また、 T_p : 洪水到達時間 s (Kraven の表による推定 $T_p = L/W$), S: 流勾配, W: 洪水到達速度 m/s , L: 流域長 m
 ここで、 $A = 100 km^2$, $L = 12 km$, $f_p = 0.5$, $W = 2.1 m/s$ とし、
 $\gamma_{24} = 48 mm$ (1980 年以降の最高記録は 43.1 mm - 85 年 5 月) とすれば $T_p = 12,000 / 2.1 = 5,714.29 s = 1.59 hr$
 $\gamma = 48 / 24(24 / 1.59)^{2/3} = 12.22 mm/hr$
 故に $Q = 1/3.6 \times 0.5 \times 12.22 \times 100 = 169.72 m^3/s$
 この結果、Q は実施案に採用した値の約 1.7 倍となりワーディは洪水を起こすことになる。
 (尚、注 13.14 の土木技術的検討及びこれに関する課題については元日本シールドエンジニアリング株式会社企画調査室久保田真氏からご教示頂いた。ここに記して謝意を表したい。)
- 15) 本稿準備中の 1998 年 8 月に現地を訪問した際、ワーディ整備事業が開始されたことを確認し、現場を観察した。この時以下の点が確認できた。①旧市街のみが整備事業の対象となっている。②ワーディ全体に勾配が取られていない(図面通りの施工でない)ために水が貯留する箇所ができた。③左岸、右岸両岸の住宅間が舗装された車道通過時にこれまで以上に住宅に振動が伝わる。④上流に調整池が整備されていないために、洪水流出時に大量の土砂が流れ込み排水後に土砂が堆積した。以上は筆者が報告書で指摘した課題の一部であり、これらは事業開始前に検討されることもなく現実のものとなった。保全事務所に提出した報告書が有効に利用されないところにも国際協力の課題はあるように思われるが、全体的に見て保全という名目上に成り立つ援助国、あるいは保全事務所の自己満足の協力・体制の姿となったといえるのではないかと。

[1998 年 10 月 20 日原稿受理 1999 年 2 月 8 日採用決定]