

RIAM法を用いたフィリピン・メトロマニラにおける洪水減災ハード対策の環境影響評価

首都大学東京	都市環境科学研究科	学生員	○山地 秀幸
首都大学東京	都市環境科学研究科	正会員	河村 明
首都大学東京	都市環境科学研究科	学生員	R.Gilbuena
首都大学東京	都市環境科学研究科	正会員	天口 英雄
首都大学東京	都市環境科学研究科	正会員	中川 直子

1. はじめに

近年、環境に配慮した持続可能な都市開発への意識が高まっており、ハード対策の計画立案時に実施される環境影響評価が重要となっている。本研究で対象としたフィリピンの首都メトロマニラでは洪水は長年の懸案事項であり、フィリピン政府は洪水脆弱地域に建設予定となっているハード対策に対して環境影響評価を行っている¹⁾。しかし、フィリピンにおける環境影響評価は往々にして主観的、定性的で単純なものである。

RIAM (Rapid Impact Assessment Matrix) 法は標準化された評価基準を用いることで、簡単に定量的な環境影響評価を行うことを可能にした手法である²⁾。RIAM法は様々な研究分野で用いられているが^{3),4)}、国内外において洪水減災ハード対策に対してRIAM法を適用した例は見受けられない。

以上の背景の下、本研究ではメトロマニラ北西部に位置する流域に計画されている4つの洪水減災ハード対策を取り挙げ、RIAM法を用いて環境影響評価を行った。この場合、洪水減災ハード対策に対し、4つの環境カテゴリーごとにRIAM法の環境要素を一つひとつ設定し、さらに建設フェーズ毎にそれを区分することにより環境影響評価を行った。そして、本研究で得られた評価結果をもとに、各4つの洪水減災ハード対策を環境カテゴリー別及び建設フェーズ別に検討した。

2. 対象流域と洪水減災ハード対策

図-1にメトロマニラと本研究で対象とした流域を示す。メトロマニラはフィリピンの中で最も人口が密集している行政区域であり、人口密度は18,000人/km²である。また、フィリピンの政治・経済の中心であり、2009年にはフィリピンのGDPの約30%をメトロマニラが占めている。以上のような高度経済区域であるにも関わらず、5月～10月の雨季に発生する洪水のため、メトロマニラの経済成長が妨げられている⁵⁾。本研究で対象としたメトロマニラ北西部に位置する流域(図-2の黒破線内)は面積約20km²に約160,000人もの居住者が定住している。本流域は水質の悪化により限られた水生生物しか生息できず、商業区域からでるプラスチックなどのゴミが河岸に沿って堆積し、また河川のいたるところでゴミが浮遊している。

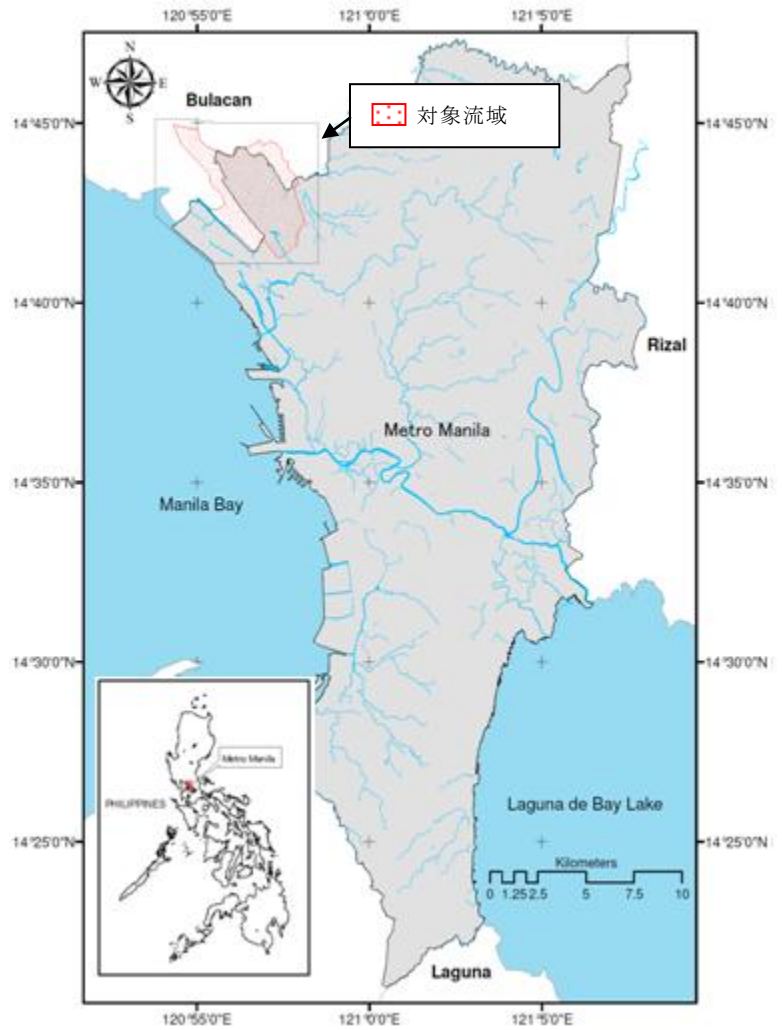


図-1 メトロマニラと対象流域

キーワード 環境影響評価, 洪水減災ハード対策, RIAM法, メトロマニラ

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 E-mail : yamaji-hideyuki@ed.tmu.ac.jp

流域の洪水リスク低減のため、メトロマニラでは2つの河川改修事業と2つの放水路事業が洪水減災ハード対策として計画されている。表-1にこれら4つの洪水減災ハード対策の概要を示す。また、図-2にはこれらの実施箇所を示す。表-1、図-2より、河川改修事業は堤防1と堤防2から成り、これらの堤防によって、堤防からの越流を防止し、河川の湾岸部や橋台に対する暴風の影響を抑制することができる。また、放水路事業は放水路1と放水路2から成り、放水路1はPolo川とPalasan川を結ぶ放水路であり、放水路2はMeycauayan川の下流域にある水を排水させる放水路である。

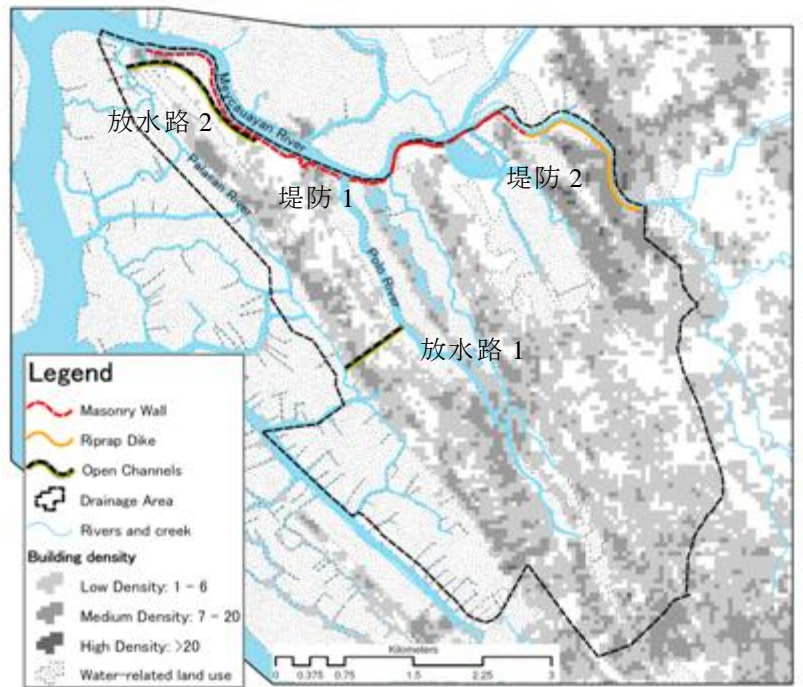


図-2 計画中の洪水減災ハード対策の実施箇所

3. RIAM法を用いた環境影響評価

RIAM法ではPastakiaとJensenによって定義された「物理・化学」カテゴリー、「生物・生態」カテゴリー、「社会・文化」カテゴリー、「経済・管理」カテゴリーの4つの環境カテゴリーにより環境影響評価を行う。4つの洪水減災ハード対策に対し、各カテゴリーに属する環境要素を一つひとつ設定した結果、表-2に示すように32の環境要素を抽出した。すなわち本研究では「物理・化学」カテゴリーに7、「生物・生態」カテゴリーに8、「社会・文化」カテゴリーに14、「経済・管理」カテゴリーに3の環境要素を抽出した。また、洪水減災ハード対策の環境影響評価では、さらに「建設前」、「建設中」、「建設後」の3つの建設フェーズの視点が必要と考え、これら32の環境要素を建設フェーズ毎に分類し、表-2に示した。

RIAM法では表-3に示す評価基準を用いる。この表より、評価基準はグループA、グループBの2つに分類され、グループAはA1の各洪水減災ハード対策に対する環境要素の「重要性」及びA2の「環境変化の規模」の2つに分類され、グループBはB1の「持続性」、B2の「復元性」、B3の「累積性」で構成される。そして、それぞれの評価基準を用いて、環境スコアESを以下の式で計算する。

$$ES = (A1 \times A2) \times (B1 + B2 + B3) \quad (1)$$

次にRIAM法では式(1)で得られた環境スコアの値を、環境へのインパクトの強さを表すレンジバンド(表-4)に対応させて評価を行う。環境スコアのレンジバンドにより、洪水減災ハード対策による影響の度合いを評価できる。例えば、環境スコアが38の環境要素は+Dに属する。表-4より環境スコア0はレンジバンドNIとNCの両方に対応しているが、全ての評価基準(A1, A2, B1, B2, B3)が0の場合はNI(変化なし)となり、少なくとも1つの評価基準が0でなければNC(無視できる変化)となる。

表-1 洪水減災ハード対策の概要

洪水減災ハード対策	概要	長さ(m)	幅(m)	深さ(m)
堤防1	捨石を設置し、Meycauayan川の下流部分の川岸の幅を変える堤防	4,900	4	-
堤防2	捨石を設置し、Meycauayan川の上流部分の川岸の幅を変える堤防	2,340	4	-
放水路1	掘削によるPolo川とPalasan川を結ぶ放水路	850	9.6	3
放水路2	掘削によるMeycauayan川の下流部分の水を排水させる放水路	1,650	5.6	2.1

表-2 環境要素

環境カテゴリー	No.	環境要素	建設フェーズ	洪水減災ハード対策							
				堤防1		堤防2		放水路1		放水路2	
				環境スコア	レンジバンド	環境スコア	レンジバンド	環境スコア	レンジバンド	環境スコア	レンジバンド
物理・化学	1	開拓による土地問題	建設前	0	NC	0	NC	0	NC	0	NC
	2	土地利用の変化	建設中	0	NI	0	NI	-14	-B	0	NI
	3	地質学と土壌侵食	建設中	-14	-B	-14	-B	-10	-B	-10	-B
	4	飲料水	建設中	0	NC	0	NC	0	NC	0	NC
	5	川の浸食作用	建設中	12	+B	12	+B	0	NI	0	NI
	6	地表水と地下水	建設後	-5	-A	-5	-A	0	NI	0	NI
	7	水圧状況	建設後	36	+D	36	+D	18	+B	18	+B
生物・生態	8	水生生物の生息地	建設中	-10	-B	-10	-B	0	NI	-10	-B
	9	野生動物と地球に対する影響	建設中	-7	-A	-7	-A	0	NI	-7	-A
	10	河岸と湿地	建設中	-10	-B	0	NC	0	NI	0	NI
	11	建設による廃棄物	建設中	-7	-A	-7	-A	-7	-A	-7	-A
	12	水生生物・淡水生物	建設中	0	NI	0	NI	-6	-A	-6	-A
	13	地表水の水质	建設中	-6	-A	-6	-A	-6	-A	-6	-A
	14	水生生物の生息地	建設後	6	+A	6	+A	0	NC	0	NC
	15	水质	建設後	6	+A	6	+A	0	NC	-6	-A
社会・文化	16	居住者の移転	建設前	-28	-C	-42	-D	-42	-D	-28	-C
	17	国民意識	建設前	0	NI	0	NI	-6	-A	-18	-B
	18	大気の状態	建設中	-5	-A	-5	-A	-5	-A	-5	-A
	19	騒音	建設中	-4	-A	-4	-A	-4	-A	-4	-A
	20	人口の変化	建設中	-4	-A	-4	-A	-4	-A	-4	-A
	21	予算	建設中	8	+A	8	+A	8	+A	8	+A
	22	住宅の特徴	建設中	0	NC	0	NC	0	NC	0	NC
	23	労働者の健康と安全	建設中	-4	-A	-4	-A	-4	-A	-4	-A
	24	一般市民の健康と安全	建設中	-4	-A	-4	-A	-4	-A	-4	-A
	25	観光地	建設中	0	NC	0	NC	0	NC	0	NC
	26	地方計画	建設中	4	+A	4	+A	4	+A	4	+A
	27	公共事業	建設中	-4	-A	-4	-A	-4	-A	-4	-A
	28	自然環境と健康への被害	建設後	30	+C	30	+C	-8	-A	-8	-A
29	氾濫発生率に関する都市生活	建設後	30	+B	30	+B	15	+B	15	+B	
経済・管理	30	資産	建設後	5	+A	5	+A	5	+A	5	+A
	31	開発	建設後	15	+B	15	+B	15	+B	15	+B
	32	地方経済	建設後	30	+C	30	+C	30	+C	30	+C

4. 結果と考察

4つの洪水減災ハード対策（堤防1, 堤防2, 放水路1, 放水路2）に対し、32の環境要素の視点で評価を行い、各洪水減災ハード対策に対する32の環境要素の評価基準値（A1, A2, B1, B2, B3の値）を表-3の評価基準に従って適切に設定した。そして、式(1)によりその環境スコアESを算定したもの及びそれに対応するレンジバンドを表-2に示す。図-3には洪水減災ハード対策毎に表-2に示すレンジバンドを環境カテゴリー別（「物理・化学」、「生物・生態」、「社会・文化」、「経済・管理」カテゴリー）に、また図-4にはそれらを建設フェーズ別（「建設前」、「建設中」、「建設後」）に示している。

図-3より、環境へのインパクトは-Dから+Dのレンジバンドでおさまっていることがわかる。最も負のインパクトを与えた環境カテゴリーは「社会・文化」カテゴリーである。これは洪水減災ハード対策を実行する際に、堤防の計画地に住む居住者（不法居住者を含む）や放水路の計画地に住む居住者を移住させる必要があるからである。これは、表-2における堤防2, 放水路1の環境要素No.16で算出された環境スコアに対応している。堤防2, 放水路1のレンジバンドが-Dになっている一方、堤防1, 放水路2のレンジバンドが-Cに留まっている

表-3 評価基準

グループ	評価基準	値	概要
A	A1 (重要性)	4	国家レベルで重要な状態
		3	自治体レベルで重要な状態
		2	地域レベルで重要な状態
		1	局地的な場所でのみ重要な状態
		0	重要でない状態
	A2 (環境変化の規模)	3	目にひくほどの改善
		2	現状を大きく改善
		1	現状の改善
		0	変化なし
		-1	現状より悪化
-2		現状より大きく悪化	
-3		目にひくほどの悪化	
B	B1 (永続性)	0	変化なし
		1	無視できる変化
		2	一時的な状態
		3	永続的な状態
	B2 (復元性)	0	変化なし
		1	無視できる変化
		2	復元性がある状態
	B3 (累積性)	3	後戻りできない状態
		0	変化なし
		1	無視できる変化
2		1つの因子に作用	
3		多くの因子に作用	

表-4 環境スコアのレンジバンド

レンジバンド	環境スコア	概要
+E	72~108	目にひくほどの良い影響を与える
+D	36~71	良い影響を大きく与える
+C	19~35	良い影響を適度に与える
+B	10~18	良い影響を与える
+A	1~9	良い影響をわずかに与える
NI	0	変化なし
NC	0	無視できる変化
-A	-1~-9	悪い影響をわずかに与える
-B	-10~-18	悪い影響を与える
-C	-19~-35	悪い影響を適度に与える
-D	-36~-71	悪い影響を大きく与える
-E	-72~-108	目にひくほどの悪い影響を与える

のは、図-2 に示すようにこれらの地域人口密度は相対的に小さいので、洪水減災ハード対策を実行する際に移住させる居住者の数が堤防 2，放水路 1 に比べて少ないためと考えられる。最も良いインパクトを与えた環境カテゴリーは、堤防 1，堤防 2 では「物理・化学」カテゴリーであり、放水路 1，放水路 2 では「経済・管理」カテゴリーであった。これは、表-2 における堤防 1，堤防 2 の環境要素 No.7 と放水路 1，放水路 2 の環境要素 No.32 で算出された環境スコアに示されているように、対象流域の水圧状況の改善と地域経済の発展に大きな効果があると考えられるからである。本研究で対象としている洪水減災ハード対策による負のインパクトの中で、最も環境要素数が多かったのは-A のレンジバンドである。これは全ての洪水減災ハード対策において、わずかながらの負のインパクトが起りうることを示している。

次に図-4 より、どの洪水減災ハード対策でも「建設前」のフェーズで最も高い負のインパクトが生じることが分かる。これは、表-2 における全ての洪水減災ハード対策の環境要素 No.16 で算出された環境スコアに示されているように、洪水減災ハード対策を実行する際に「建設前」のフェーズで、対象流域に住む居住者を他の地域に移住させる必要があるからである。また、どの洪水減災ハード対策でも「建設後」のフェーズが最も正のインパクトを与えていることが分かる。これは、表-2 における堤防 1，堤防 2 の環境要素 No.7 と放水路 1，放水路 2 の環境要素 No.32 で算出された環境スコアに示されているように、対象流域の水圧状況の改善と地域経済の発展に大きな効果があると考えられるからである。

5. むすび

本研究ではメトロマニラ北西部の都市流域において、4 つの洪水減災ハード対策の環境影響を定量的に評価するために、RIAM 法を用いて環境影響評価を行い、各洪水減災ハード対策に対して 32 の環境要素の環境スコアとレンジバンドを算定した。その結果、全ての洪水減災ハード対策において、「社会・文化」の環境カテゴリー及び「建設前」のフェーズで最も負のインパクトが生じることが示された。

参考文献

- 1) Department of Public Works and Highways (DPWH). Environmental Impact Statement: The Pasig-Marikina river channel improvement project, Philippines: DPWH;1998.
- 2) Pastakia, C.and Jensen, A.: The rapid impact assessment matrix (RIAM) for EIA. Environmental Impact Assessment Review 18:461 – 482. 1998
- 3) Ijäs, A., Kuitunen, M.T. and Jalava, K.: Developing the RIAM method (rapid impact assessment matrix) in the context of impact significance assessment. Environmental Impact Assessment Review 30:82–89. 2010
- 4) Mondal, M.K., Rashmi and Dasgupta, B.V.: EIA of municipal solid waste disposal site in Varanasi using RIAM analysis. Resource Conservation and Recycling 54:541–546. 2010
- 5) Romeo GILBUENA: Environmental assessment of flood Mitigation structures in Metro Manila, Philippines using the rapid impact assessment matrix (RIAM) technique: AJHE;2012.

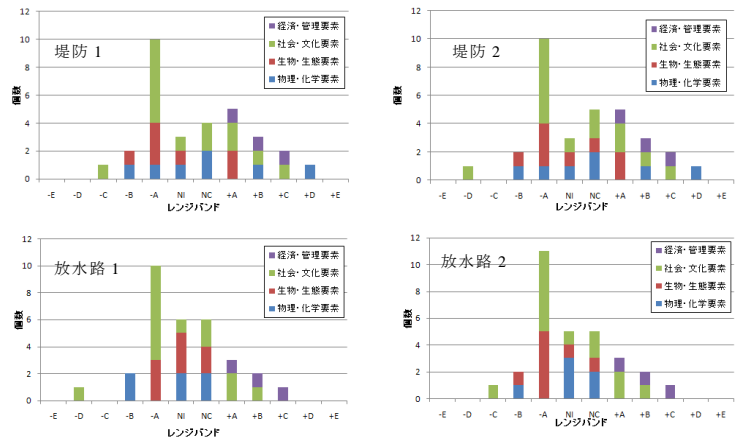


図-3 環境カテゴリー別のレンジバンド

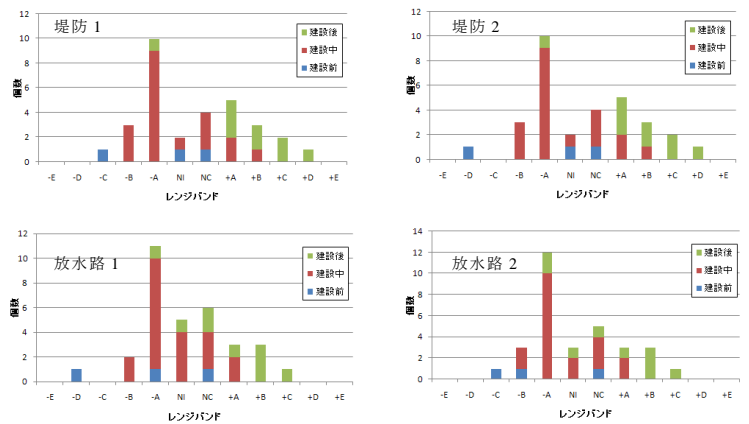


図-4 建設フェーズ別のレンジバンド