

気候変動が沿岸域を中心とした釧路湿原に及ぼす影響評価

Impact of Climate Change in Coastal Areas in Kushiro Wetland

北見工業大学	学生員	○菅原 庸平 (Yohei Sugawara)
北見工業大学	正 員	中山 恵介 (Keisuke Nakayama)
北海道開発局	正 員	山村 諭 (Satoru Yamamura)

1. はじめに

近年、世界中で気候変動や海面上昇、もしくは海面変化が起こっているのが確認されている。気候変動は強い台風や海面上昇を引き起こしており、洪水あるいは高潮が原因となる災害が増加していると考えられる。

日本では沿岸地域が陸地の32%とはいえ、住民の46%が沿岸地域に住んでいる。その中で、ラムサール条約によって登録されている北海道の釧路湿原には、開発されている河口地域に、住民が約200000人弱住んでおり、高度に開発されている地域であると言える。その釧路湿原を流れる主河川は釧路川であり、河川長は釧路湿原も入れた154kmで、河川流域面積は2510km²である。よって、海面上昇や洪水等が発生すると、被害が大きくなると予想される。さらに、釧路湿原は保存されるべき重要な生態システムを持っており、保護されなければならない。見解の両方の点から、海面上昇が引き起こす洪水もしくは高潮による災害により、釧路湿原の生態システムと開発エリアに、重大なダメージを引き起こす事が考えられる。

以上より、釧路湿原は気候変動による海面上昇の影響を調査するのに最も適し、優先して調査されるべき地域のひとつと考えられる。その他、湿原における未解決な問題、例えば水循環や物質輸送などの問題を、科学的な手法により早急に解決しなければならないといえる。そこでこの研究の最終目的は、このような生態システム等に対して、海面上昇が及ぼす影響を理解する事である。本論文では、その為の基礎的な検討結果を紹介する。なお、この計画は、APN (Asia Pacific Network) 計画と並行して進められている。

2. APN(Asia Pacific Network)計画

APN計画はアジア太平洋地方の生物地球学的循環を理解し、自然のプロセスを評価する為に、アジア太平洋地方の6つの国(オーストラリア・バングラディッシュ・日本・スリランカ・タイ・ベトナム)が協力して研究を進めているものである。日本では釧路湿原が対象となっており、理由は前述した通りラムサール条約に登録されている事、重要な生態システムを持っている事、また、沿岸地域が高度に開発されているからである。

この計画の背景として、2001年における研究に基づ

き、IPCCは21世紀の終わりまでに、海水面水位が88cm上昇する事を予測している。海水面水位の上昇は、沿岸域に大きな影響を与えられられるが、ほとんどの国々がこの問題にどのように対処すべきか計画していない。よってこの計画の目的として、気候変動や人為的な影響による、沿岸域における水循環及び生態系の変化を明確に把握し、TBLを利用したそれらの変化による影響評価に対する健全な状態の認識、そして、維持可能な長期に亘るミチゲーションなどの手法の検討を行っていく。

また、この計画では有識者に対するアンケートを行った。詳しくは後述するが、アンケートでは、釧路湿原等の沿岸域に対する各種の問題に対して、研究者・管理者がどのような考えを持っているかを理解する為に行われた。

3. アンケートについて

気候変動が沿岸域における社会(S)・経済(E)・環境(Ev)に与えるインパクトに関するアンケートを、研究者・管理者に対して行った。このアンケートの利用方法として、来年で降っていく実地調査・解析とこのアンケートの結果を比較し、そこに食い違いがあれば研究者・管理者に対して啓発活動を行う事が出来るようになる。また、アジア太平洋地方の6つの国でまとめる事により、それぞれの国の情勢に起因した評価がなされる可能性となる。

つまり、社会(S)・経済(E)・環境(Ev)を考慮して分けられた項目に対して、気候変動による海面上昇等が及ぼす影響をそれぞれ評価していくのだが、経済重視だったり、社会重視だったり、国間で大きく異なった考え方・認識を確認出来るという点がアンケートの大きな特徴である。重要な事として、この3つのバランスを良くとって影響評価していかなければいけず、研究者・管理者の考え方がバランス良く取れるように、啓発活動を行っていかなければいけないと考えており、この点もアンケートの重要な部分である。

アンケートは、社会(S)・経済(E)・環境(Ev)の3つの分野を対象としてあげられた、アンケート表(図-2、3)の左側に書いてある各項目(対象項目: Drainage・Road・・etc)に対して、洪水・水質イベントがどれ位

影響を与えるかを点数にして解答していくものである。今回、日本の研究者・管理者の33名の方にアンケートを依頼し、解答してもらった。

これからアンケートの解答方法を説明していくが、その前にアンケート内のL(Low)・M(Medium)・H(High)について説明しておく。このL(Low)・M(Medium)・H(High)には具体的な程度は決まっておらず、アンケート内の表にある値はあくまで目安とし、管理者・研究者がその洪水・水質パラメーターに対して、少ない(低い)と感じるもの、普通(中位)と感じるもの、多い(高い)と感じるものをそれぞれ、Low・Medium・Highとして解答してもらった。

アンケートの解答方法としては次の通りである。

まず1つの例として、洪水が発生(洪水イベント)した場合を考える。その洪水に対して4つの項目(Depth・Duration・Velocity・Frequency)を想定してもらう。これを洪水パラメーターと呼ぶ。その洪水パラメーター内の(例えば)Depthが、低い場合、中位の場合、高い場合に、アンケート表の左の項目(対象項目: Drain, Roads・・etc)に対してどの程度影響を与えるのかを、それぞれ0~5の間で点数をつけてもらうといった方法である。水質環境の方も同様に、水質環境が変化(水質イベント)した場合を考える。その水質環境の変化を及ぼす3つの項目(Nutrients・Salinity・Turbidity)を想定してもらう。これを水質パラメーターと呼ぶ。その水質パラメーターが左の項目(対象項目: Potable water, Water Quality・・etc)に対してどの程度影響を及ぼすか、点数をつける。この場合も洪水イベントと同様に、水質イベントの影響の度合いをLow・Medium・Highに分け、対象項目に対して0~5の点数をつけていく。

対象項目に点数をつけた後、次のステップとしてランキングを作成する。ランキングは、研究者・管理者が対象項目に対して、どの程度の評価をつけているかを理解する為に作る。詳細は以下の通りである。

ランキングの作り方を説明する。アンケートでは、洪水が起きた場合と水質環境が変化した場合の2つの状況を想定してもらい、解答してもらう事を前述した。そして、洪水・水質イベントのパラメーターごとに、対象項目に対する影響の点数をつけていく事も説明した。しかし、このパラメーター(洪水イベントならば洪水パラメーター、水質イベントならば水質パラメーター)は、総合的なランキングを作る為にまとめる必要がある。それらのまとめ方を以下に記す。

まず洪水イベントの場合で考える。洪水パラメーター(Depth・Duration・Velocity・Frequency)は4つあり、その4つのパラメーターが対象項目に対して与える影響の点数を、足し合わせて平均値(4つの平均値)を出す。その値を、1つの総合的な洪水イベントの点数とする。水質イベントの方も同様にして行う。水質パラメーター(Nutrients・Salinity・Turbidity)の場合は3つなので、対象項目に影響を与える3つのパラメーターの点数を足し合わせて平均化し、1つの総合的な水質イベントの点数とする。この様に洪水及び水質イベントを、総合的にまとめて点数をつける作業を行った。そして、このまとめた点数を

用いてランキングを作成する。

現在はアジア太平洋地方の6つの国のアンケートがまとまっていないので、今回は日本の結果のみを載せる。また、アンケート内ではHighに着目する。これは、洪水・水質イベントはLow・Medium・Highと3つに分けられている事を先程説明したが、枚数の関係もあり、洪水・水質環境イベントが各項目に1番影響を与えらると思われる、Highに着目すべきと考えたからである。よって、ここでは2つのランキング(図-1)を紹介する。

また、今回日本では釧路湿原を主として考えられているので、主にこのアンケートは釧路湿原を考慮に入れた沿岸域に対する結果となっているのを見て頂きたい。

補足としてアンケート用紙にも載っているが、0~5の点数をつける際には影響が大きいと考える程、点数も大きくつける。0は良い影響、1は0-5%、2は5-25%、3は25-50%、4は50-75%、5は75-100%程度の影響があるという風に考えてもらいたい。またランキングにする際には、0~5までの点数をそれぞれ、0→0、1→2.5、2→15、3→37.5、4→62.5、5→87.5という点数に置き換える。

洪水				水質環境				
stdev.floods				stdev. water quality				
丹波								
1	Erosion	26.63012707	E/S	28	1	Long resett	18.38912231	E/S
2	Road bldg	26.96508982	E/S	29	2	Short displ	21.81948003	E/S
3	Landuse	27.55306867	E/S	20	3	Erosion	21.89451327	E/S
4	Long resett	27.80438971	E/S	27	4	Water Quality	27.07491418	Ev/E/S
5	Agric	28.45715474	E/S	27	5	Tourism	29.24833662	E/S
6	Fauna wind	29.10539455	Ev	31	6	Fish hab	31.01724241	Ev
7	Dykes	29.5336388	E/S	31	7	Fauna wind	31.05280609	Ev
8	Coast	29.5419935	E/S	26	8	Agric	31.16957997	E/S
9	Tourism	29.84066893	E/S	27	9	Flora wind	32.46369958	Ev
10	Ports	30.04549999	E/S	26	10	Potable water	33.34366887	E/S
11	Fishery	30.12574347	E/S	27	11	Fishery	33.89494301	E/S
12	Flora wind	30.60957936	Ev	28	12	Mangroves	34.90961427	Ev
13	Non res bldgs	30.95008684	E/S	28	13	Extent wind	35.7333364	Ev
14	Short displ	31.46880396	E/S	28				
15	Drain	31.66644504	E/S	27				
16	Mangroves	32.16080965	Ev	21				
17	Rail	32.36768684	E/S	27				
18	Water Quality	32.42373596	Ev/E/S	27				
19	Roads	32.51647946	E/S	28				
20	Extent wind	33.05547971	Ev	28				
21	Fish hab	33.30227085	Ev	28				
22	Potable water	35.2227176	E/S	26				

図-1：洪水・水質イベントのランキング
(Highの場合)

Section 2: Impacts of Floods⁴⁾

Please provide your ranking of impacts (using the impact ranking score given below the table) of different flood parameters (depth, duration, velocity and frequency) on the different issues listed in the table. For each flood parameter, three categories, low (L), medium (M), and high (H) are used and the scale for each category is defined below the table. Your rankings (0-5) of the impacts of the various flood parameters on each of the issues listed should be provided in the grey-shaded boxes of the table below. If you are not familiar with a particular issue, you can leave cell blank.

Issues	TEL Class (S-E-Ev)	Ranking of impacts due to Floods (Water Quality)											
		Depth			Duration			Velocity			Frequency		
		L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Infra-structure	Drainage	E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Roads	E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Railways	E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Ports & Harbours	E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Dikes	E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Building	Coast protection structure	E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Land-use planning	E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Residential	E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Non-residential	E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potable water		E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Water quality		Ev-E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Erosion		E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tourism		E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Population	Short-term displacement	E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Long-term resettlement	E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Agriculture		E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fishery		E.S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fish habitat distribution		Ev.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Wetland health	Extent	Ev.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Flora biodiversity (no. of veg species)	Ev.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Fauna biodiversity (no. of bird species)	Ev.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mangrove		Ev.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

S: Social, E: Economic, Ev: Environment.

Impact Ranking Score (Qualitative)⁴⁾

0	Positive impact
1	No little impact (0-5% damage)
2	Low impact (5-25% damage)
3	Moderate impact (25-50% damage)
4	High impact (50-75% damage)
5	Extreme impact (75-100% damage)

Flood Magnitude Scale (L: Low, M: Medium, H: High)

Scale	Depth (m)	Duration (day)	Velocity (m/s)	Frequency (return period)
Low	<0.8	<0.2	<0.5	>20 yrs.
Medium	0.8-1.5	0.2-2	0.5-1	5-20 yrs.
High	>1.5	>2	>1	<5 yrs.

図-2：洪水インパクトに対するアンケート用紙

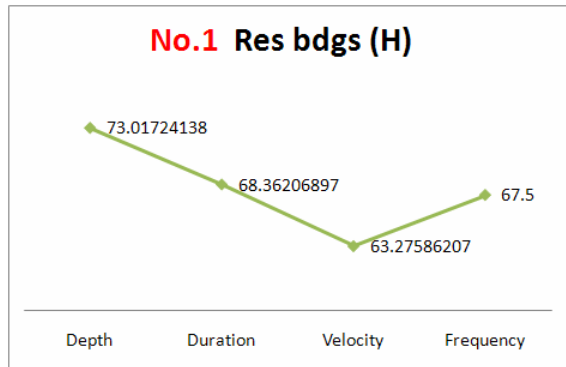


図-2-1：洪水イベントのグラフ

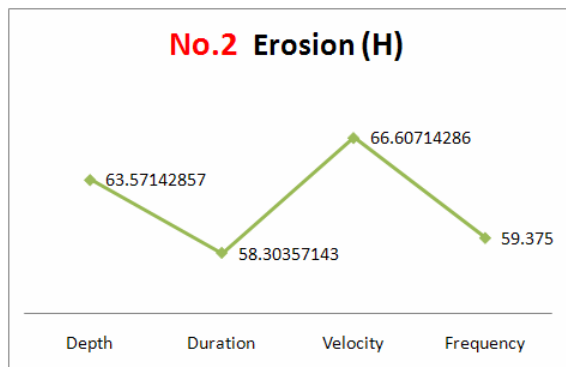


図-2-2：洪水イベントのグラフ

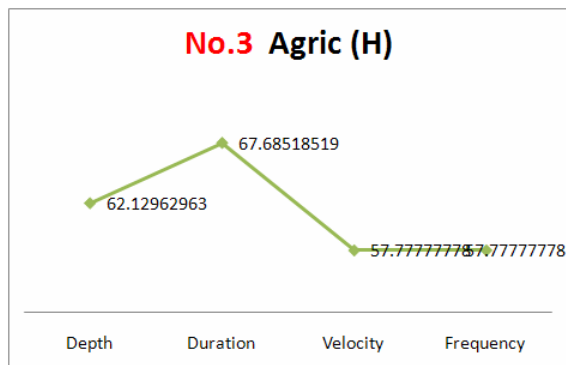


図-2-3：洪水イベントのグラフ

Section 3: Impacts of Water Quality (Nutrients, Salinity and Turbidity)⁴⁾

Please provide your ranking of impacts (using the impact ranking score given below the table) of different water quality parameters (nutrients, salinity and sedimentation) on different issues listed in the table. For each water quality parameter, three categories, low (L), medium (M), and high (H) are used and the scale of for each category is defined below the table. Your rankings (0-5) of the impacts of the various water quality parameters on each of the issues listed should be provided in the grey-shaded boxes of the table below. If you are not familiar with a particular issue, you can leave cell blank.

Issues	TBL Class (S/E/Env)	Ranking of Impacts of changes of Water Quality								
		Nutrients			Salinity			Turbidity (SS)		
		L	M	H	L	M	H	L	M	H
Potable water	E/S									
Water quality	E/S									
Erosion	E/S									
Tourism	E/S									
Population	Short-term displacement	E/S								
	Long-term resettlement	E/S								
Agriculture	E/S									
Fishery	E/S									
Fish habitat distribution	Ev									
Wetland health	Extent	Ev								
	Flora biodiversity (no. of veg. species)	Ev								
	Fauna biodiversity (no. of bird species)	Ev								
Mangrove	Ev									

S: Social, E: Economic, Ev: Environment

Water Quality Magnitude Scale (L: Low, M: Medium, H: High)

Scale	TN (μg/L)	NO ₃ (μg/L)	NO ₂ (μg/L)	TP (μg/L)	PO ₄ (μg/L)	Salinity (μS/cm)	Turbidity (NTU)
Low	<50	<10	<10	<5	<5	<30	<5
Medium	50-750	10-30	10-30	5-10	30-100	5-20	5-20
High	>750	>30	>30	>10	>100	>20	>20

Impact Ranking Score (Qualitative)⁴⁾

Score	Impact
0	Positive impact
1	No little impact (0-5% damage)
2	Low Impact (5-25% damage)
3	Moderate impact (25-50% damage)
4	High impact (50-75% damage)
5	Extreme impact (75-100% damage)

図-3：水質環境へのインパクトに対するアンケート用紙

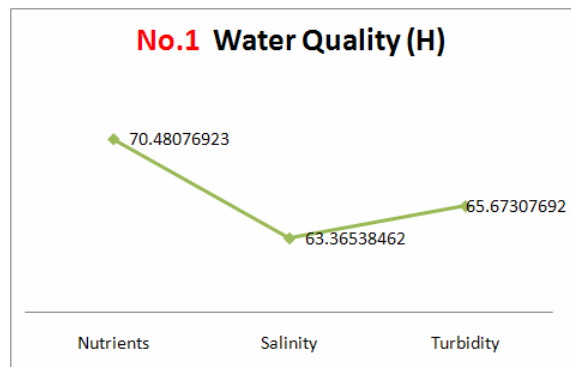


図-3-1：水質環境イベントのグラフ

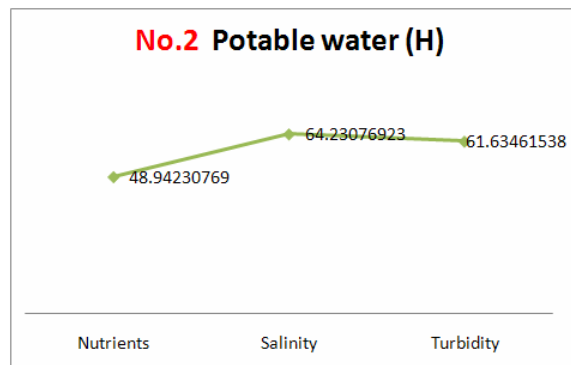


図-3-2：水質環境イベントのグラフ

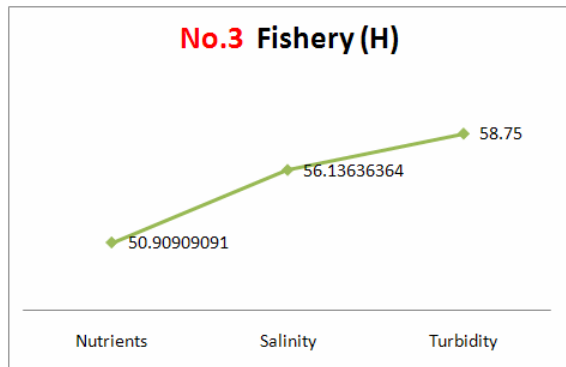


図-3-3：水質環境イベントのグラフ

4. アンケートの結果

アンケートをとった結果、洪水イベントが及ぼす影響に対して、1番重要視されている項目はResidential buildingであり、2番目はErosion、3番目はAgricultureという事が分かった。また、これらが1番影響を受ける洪水イベントは4つの項目の内それぞれ、Residential buildingはDepthであり、ErosionはVelocity、AgricultureはDurationであった。

次に、水質環境イベントが及ぼす影響に対して、1番重要視されているのはWater Qualityで、2番目はPotable water、3番目はFisheryである事が分かった。これらが1番影響を受ける水質イベントは3つの項目の内それぞれ、Water QualityはNutrientsであり、Potable waterはSalinity、FisheryはTurbidityであった。

5. 考察

今回アンケートをとって見て、洪水・水質環境イベントが何に対してどの程度影響を及ぼすのか、またどの位重要視する必要があるのか、という研究者・管理者の考えが結果として出てきた。しかし、この結果は釧路湿原を考慮に入れた結果である事を忘れてはいけない。

今回洪水・水質イベント内のパラメーターがHighの影響を及ぼす時のランキングを作成した。洪水イベントのランキングの上位を見る限り大体正確なものとなったといえるであろう。また、グラフに対してもパラメーターの点数が対象項目に合ったものとなっている。

水質イベントに対するランキングの方も、上位項目を見る限り理論的におかしな点は見られないと考える。また、洪水のランキング同様、グラフのパラメーターが対

象項目に合ったものとなっていると考える。よって、今回のアンケートの結果は妥当であったといえるであろう。

今回アンケートをまとめてみて感じた事は、日本の研究者・管理者は社会(S)・経済(E)・環境(Ev)に対して、3つのバランスを良くとり考えているのではないかという事である。まだ他の国の結果を見てみないと分からないが、アンケート結果等にどの程度違いがあるのか、そしてなぜそういう結果になったのかを調べ、今後の研究に役立てていきたいと考えている。

6. 参考文献

- Mazda Y., Magi M., Nanao H., Kogo M., Miyagi T., Kanazawa N., and Kobashi D., (2002)
Coastal erosion due to long-term human impact on mangrove forests, Biomedical and Life Sciences and Earth and Environmental Science, Vol. 10, No. 1, 1-9.
- Nguyen Ngoc Huan, G. Tom, Frederic Harris, F.J.M Hoozemans, R.B Zeidler (1996):
Vietnam Coastal Zone Vulnerability Assessment.
- Pham Van Ninh, Do Ngoc Quynh, Nguyen Manh Hung, Dinh Van Manh, Nguyen Thi Viet Lien
(2006) Some research results on the sediment dynamics and shore line evolution at Nam Dinh coast. Proc. Natural Disaster Prevention, Nam Dinh, May, 2006.
- Pham Quang Son (2006) Evolution of estuaries and beach at Nam Dinh coast. Proc. Natural Disaster Prevention, Nam Dinh, May, 2006.
- Vu Thanh Ca, Tran Thuc, Tran Hong Thai, Nguyen Quoc Trinh (2007) Study the coastal erosion at Nam Dinh Beach. Proc. Sci. Conf. IMH, 4.2007, 56-65.
- Vu Thanh Ca (2007) Possible impacts of sea level rise on coastal erosion and flooding in Vietnamese coast. Paper presents at scientific seminar at IMH, Hanoi, April, 2007, 7 pp.