アジアの湿地に対する地球温暖化の影響についての情報源としてのアジア湿地目録

オーストラリア国立熱帯湿地研究センター
マックス・フィンレイソン、リック・ヴァン・ダム、ジョージ・ベッグ
在クアラルンプール環境コンサルタント　ジョン・ハウス
国際湿地保全連合日本委員会　田儀　耕司

（要約）

地球温暖化に伴なう環境変化が世界中の湿地に深刻な影響を及ぼしている。アジア地域でこれらの影響の大きさについて評価や管理をするにあたって、アジア湿地目録（AWI）の寄与することの大きいことが示される。特に地球温暖化のモデル作成に際してより良いデータを得るための方法、また予測された変動が現在起こっているのか、今後起こる可能性があるのかを評価するための方法をAWIが示すことができる。

AWIは、新しい標準化された手法にもとづく湿地目録の採択を促進するために国際湿地保全連合が開発したアジア全般に共通するプログラムである。AWIの鍵は、土地と資源の管理に最もふさわしい基本単位を詳細さに従って4段階に定義し、階層的な、地図を基盤とした手法を用いたという特徴にある。詳細さのレベルは、標準的な地理情報システム(GIS)フォーマットがもつ地図の縮尺と関連している。つまり全河川集水域の地理的、地形学的、気候的、水理的、生物学的特徴についての情報を、各集水系内の湿地に関するその他の情報とともに収集し、標準化したデータベースシステムにデジタル情報として組み込む。このデータは国際的、国内的にかかわらず集水域管理に関して意思決定がなされるときに提供される。またこのデータは何よりも、開発論争が火花を散らし、生物多様性が危機にさらされている場所で保全を優先させることに役立つはずである。この目録には、別の分析やプログラムのためすでに収集された情報も組み込まれる。

近年アジアの人口の急速な増加にともなって、この地域に深刻な水管理の問題が起きている。たとえば、水の供給の減少、水の汚染、侵食と堆積の加速的増加、地下水の枯渇、洪水の被害や、地球温暖化の問題などがある。ストックホルム環境研究所によれば、2025年までには世界中で48カ国が深刻な水不足に悩むようになるという。また地球温暖化が中国やバングラデシュの沿岸氾濫原で大規模洪水に対する重大な影響が始まっていることにともない、下流域への影響を防止したり最小限にするため水管理法の改善がますます重要になる。AWIは地球温暖化モデル作成に必要とされる情報の多くを提供できるので、費用をかけず、また時機を逸することなくこの目的を達成する最善の方法の一つであることが明らかになってきた。

---

1. はじめに

ラムサール条約は生態学的、社会的、文化的価値など湿地の機能と価値を確認する手段として湿地目録を推進している。Finlayson & van der Valk (1995)も、湿地目録は湿地の将来の変化を測るための基準となる状態を明確にし、湿地の機能と働きを明らかにし、湿地がどこにあってどの湿地を優先して保全すべきかの場所を示すことができるとその価値を強調している。湿地目録はまた実践的・政治的レベルにおける湿地の計画や管理のため、そして地方自治体、国家、国際のさまざまな行政レベルで行われる湿地相互また管理手順相互の比較を可能にするためにも必要である。つまり、湿地目録はそれ自体が目的ではなく、むしろ土地利用、自然資源の保全、また水分配に影響を与える意思決定過程の一段階として重要である。

現在の地球の状況と湿地目録の必要性を評価する目的で、ラムサール条約は1998・1999年に、総括的な「湿地目録の地球規模の検討(GRoWI)」の実施を委託した。GRoWIは従来の湿地目録データベースが湿地の分布とそのタイプ、湿地に起こりうる外圧や危機の程度、地球温暖化に対する湿地の役割、経済的・生態学的価値からみた湿地の損失などを評価するのには適当でないことを明らかにした(Finlayson et al 1999)。最終報告書は、目録の目的の多様性を認識し、湿地目録作成過程を標準化することを改めて呼びかけた。アジア湿地目録Asian Wetland Inventoryはこの呼びかけに対する一つの応答である。

2. アジア湿地目録

すでにアジア24か国の947湿地の状況、脅威、生物多様性の意義についての情報をまとめた「*A Directory of Asian Wetlands* アジア湿地名鑑」(Scott 1989; Scott & Poole 1989)があるが、地域更新情報の収集は過去10年間行われていない。そのような更新情報なしにはアジア全域の湿地とその周辺における計画、改善、管理、研修、教育や人々の啓発を効果的に行うことができない。(Watkins and Parish 1999; Finlayson 2000)

アジア湿地目録(AWI)はアジア42ヶ国において国際条約及びその他利害関係者の必要に応えるプログラムとして計画された。プログラムの出発点は湿地に関する標準化された情報を収集することといういくつかの国際会議、特に第7回ラムサール条約締約国会議の呼びかけである(Ramsar Convention Bureau 1999)。この会議は決議VII.20で、湿地に関する代表的国際非政府機関(NGO)である国際湿地保全連合にこの任務を付託した。国際湿地保全連合湿地目録・監視専門家部会が日本国環境省と国際湿地保全連合(WI)の援助を受け、日本の国立環境研究所(NIES)と協力してAWIに取り組んだ。

AWIは地域を通じた標準的な方法論にもとづく湿地目録であり、以下の目的にあわせて企画された。

●湿地、地球温暖化、生物多様性、回遊性生物種、及び砂漠化防止に関する各国際条約に資するアジアの湿地に関する中核データ・情報を提供すること。

●アジアの湿地とその自然資源の状況について長期的傾向を分析すること。

●アジアにある国家的、国際的に重要な湿地に関する情報の定期的な改訂と更新ができること。そして

●これらの分析を湿地資源の持続的な開発と保全のためにさらに広範な考察に集約すること。

AWIは、これまでの湿地調査に基づいて新規および既存のデータを取りまとめて、湿地

の基本的特徴、価値、および脅威について評価する。このデータベースは他のプログラムと異なり、湿地に関する活動のほとんどが対象としている地域のレベルだけでなく、地球規模及び大陸規模の分析にも適する標準(または中核)データセットを用いて蓄積される。このため、AWI を用いて国際条約への報告や、国家または地域単位の生物多様性や湿地利用の評価に使う報告を行うことができる。

このデータは必要に応じてラムサール湿地条約、国連気候変動枠組条約(UNFCCC)、国連砂漠化防止条約(UNCCD)、生物多様性条約(CBD)、アジア太平洋水鳥保全戦略などの環境関係の国際的枠組みの間で共有され、水資源と湿地生物についてのそれぞれの監視プログラムと管理を援助する(Bergkamp & Orlando 1999)。その他土地を寄付する者など関心あるグループが小地域レベルの別のプロジェクトを展開したり、地球規模の評価をするためにも AWI の結果は重要である。(たとえば気候変動に関する政府間パネルや、ミレニアムエコシステムアセスメントなど)

AWI の一つの主要な目的は、潮間帯から主要河川集水域の源流すべてに至る湿地域をたどって湿地の資源の位置を描き出し、地図上に写し取ってこの情報を GIS に蓄積することである(Finlayson 2000)。この作業は各縮尺ごとに行われ、その詳細さは目録の明示する目的と湿地の大きさおよび重要さによってきまる。縮尺レベルのはじめ二つは目録の構造的土台であり、詳細な湿地目録とその評価に対する枠組みとなる。3番目のレベルは湿地複合体やより大きな湿地の中核データの特徴についてさらに情報を提供し、4番目のレベルではさらに各湿地や生息地レベルで情報を提供する。以下この階層を示す。

レベル1: 縮尺1:5 000 000の地図による地理的地域
河川集水域単位で作られた広域基盤のアジア地域の地理的分割。地質、土地被覆状況、および気候に関する地域レベルの評価が盛り込まれる。

レベル2: 縮尺1:1 000 000から1: 250 000の地図による湿地区域
各小地域ごとに確認された河川集水域に対する広域の地図ベースの地理的目録。各小地域内の湿地はその地質、気候、降雨量など共通の特徴を持つという前提で、同じような湿地やその「複合体」を確認し、分類するための基盤となる。

レベル3: 縮尺1:250 000から1:50 00の地図による湿地複合体
各小地域内に確認された個別湿地複合体の詳細な目録。降雨量、流水量、流況や季節的氾濫など、個々の湿地複合体は独自の水理学的特徴を示すので、各湿地複合体内の湿地すべてについて、同様の情報を収集する。

レベル4: 縮尺1:50 000から1:25 000の地図による個別湿地域
個別湿地域に対応した湿地の目録で、各湿地複合体内のすべての個別の湿地域を確認できるように作られている。どこであれ地図上に標記可能なところすべてが記載される。生態学的単位(生息地、利用している生物の多様性)、脅威、保全状況、人間の利用、また条約の基準への適合を含む各湿地ごとの詳細情報である。

AWI の基本的特徴は分析のため複数の階層的な縮尺(スケール)を持つ地図をもとにしていることにある。標準化されたデータセット(中核あるいは最小データセット)を介して各スケールが関連付けられ、データセットには必要に応じてさらにデータを補うことができる。この階層が地理上のデータ収集のスケールを規定するが、目録の作成にあたって上の縮尺に絶対的な理由があるわけではない。中核データ要素が標準的で互換性のあるデー

タフォーマットに従って収集され記録されていれば、必要に応じてデータを比較したり結合したりすることができる。さまざまなデータの必要性があり、データ収集のスケールが個別プロジェクトの具体的な必要性によって左右されることは認識している。

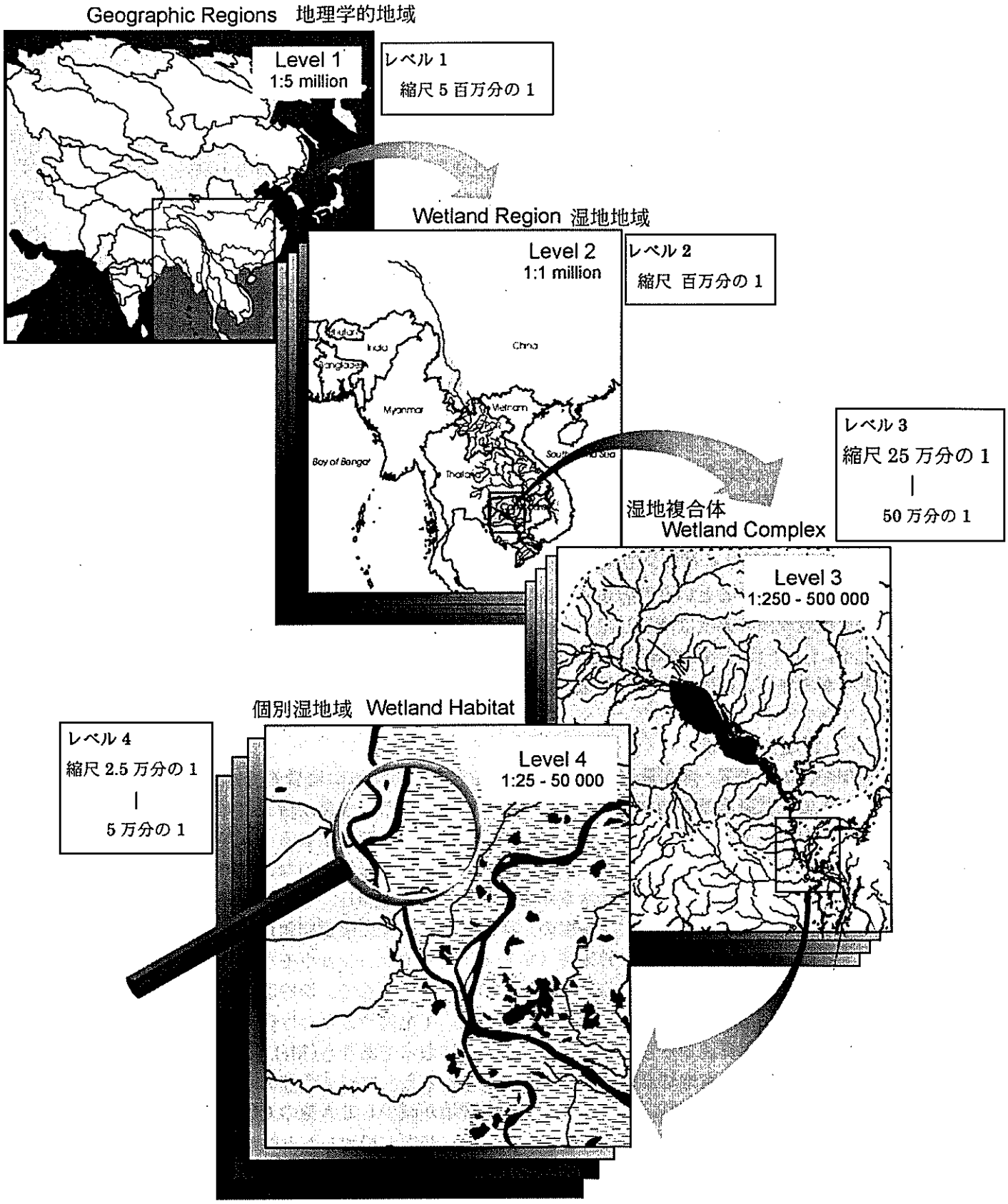


Fig 1: The four tiered landscape (or "top-down") approach of the AWI. The level of detail varies with spatial scale in a hierarchy from a continental level (1) to a site level (4). *Note: figures not to scale.*
Sources: Level 1 and 2 adapted from WRI (2001 a) and WRI (2001 b), level 3 from ESRI (1993), level 4 from USGS, 2001.

図 1： AWI の 4 階層景観手法：詳細さは、(1)の大陸レベルから(4)の個別湿地レベルまで縮尺の階層にしたがって異なる。　注：図は、縮尺と一致しない。

3. 地球温暖化の予測とアジアの湿地への影響

3.1 地球温暖化の予測

Lal et al (2001) は、将来のアジアの地球温暖化の詳細な予測を行った。2080年における地域平均の年間温度上昇の中間値はほぼ3.8±0.5℃である。温度上昇の予測は、アジア北部地域（ユーラシア大陸北縁部：北緯50度から北極圏の地域で、ほとんどがシベリアを含むロシア）において大きく、アジア熱帯地域（北西のインド中央部から南西のパプアニューギニアまで)、特に東南アジアにおいて最も小さい。降水量はアジア全体を通じて増加すると予測され、アジア北部地域で最大(+19%)、アジア熱帯地域で最小（−0.1〜+5.1%) とされる。降水量の季節変動も予測されており、特に中央アジア地域においては冬の降雨量が増加し、夏には減少すると予測されている。平均海水面の上昇も予測されており、地球規模で、2050年までに2−29cm、2100年までには9−88cmと推計されている (McCarthy et al 2001)。

アジア熱帯地域の大部分は年間のモンスーンサイクルと不可分的なつながりがある。このためモンスーンに関する変化の予測が大変重要である。いくつかの研究がアジアの夏のモンスーンの同一季節内および年毎の一日降水量の変動量が増加するであろうことを示している。熱帯サイクロンの予測には幅があり、目に見えるような長期的な変化はないとするものから、熱帯サイクロンの頻度の変動が増加し CO_2 による温暖化にともなって熱帯暴風の強さが増加するというものまで多岐にわたる。同様に、ENSO に対する影響も不明である。地球規模の温度は増加しても太平洋の気候はエル・ニーニョ的な状態に向かうこともある。インド洋の熱帯地域では ENSO 事象にともなって最大降水量の大きさが増加する可能性が大きい。極度に湿潤な地域がより湿潤となり、極度に乾燥した地域ではより乾燥するであろう。

3.2 湿地への影響

河川や湖沼は温度、降水量、蒸散量の変化によってさまざまに影響を受ける。たとえば、2050年までには降水量が増加するためにシベリアの河川系の水量が増加して、季節的浸水や洪水が生じ、それに関連しておこる問題の管理という難題が生じることが予測される (Lal et al 2001)。別の例としてアジアの半乾燥地帯の枯れることのない河川はヒマラヤ山脈の氷河の融解にともなって夏の水量が短期−中期的に増加し、その後氷河の消滅とともに流量の減少が起こる。さらに、温度の上昇のために湖水に水質問題が発生する可能性が増加する。また一方このために外来種（ホテイアオイやサンショウモなど）が侵入したり地域大発生したりすることもある(Kadono 2000)。全体として、地球温暖化の結果流出量や河川流量の変化が起これば、人口増加、都市化、工業化やとりわけ農業からの需要の増加を受けている水資源がさらに影響を受けることになるであろう(McLean et al 1998)。

その他の内陸湿地も地球温暖化の影響を受けるだろう。アジア北部の永久凍土が大規模に減少することが予想され、その結果北部の泥炭地が減少して大量の CO_2 や CH_4 が発生することになるであろう(Lal et al 2001)。同様に、蒸散が増加したり降雨量が変動することが予測され、その結果熱帯泥炭地の存続に負の影響が生じることになるであろう (McLean et al 1998)。

アジアの海岸湿地では海水面上昇や海面温度上昇が加速し、極度の暴風が増加したり、激化したりするであろう(Lal et al 2001; Watson et al 1996)。アジアの主な河口デルタでは、水路が変化し、淡水と地下水へ海水が浸入し、シルト化や土地消失がおこるであろ

う(Lal et al 2001; Watson et al 1996)。アジア熱帯地域ではガンジスーブラマプトラ川（バングラデシュ)、イラワジ川（ミャンマー)、チャオプラヤ川（タイ)、メコン川とソンコン川（ベトナム）の河口が最も海水面上昇にともなう危機にさらされている。アジア温帯地域では揚子江と黄河デルタが最も海水面上昇にともなう危機にさらされている。流出量の減少が予測される場所では堆積物の堆積が減少するためデルタの海への進行速度が変わり、一方海水面の上昇と激しい暴風の増加のために海岸線の低い部分がさらに浸食されることになるであろう（Lal et al 2001; Peiying et al 1999)。流出量の増加が予測される場所では、海水面上昇と暴風による高波のために堆積量が減少し、このためにデルタの低い面では洪水が起こる(Peiying et al 1999)。たとえば海水面上昇が48cm（2050年)、暴風による高波が２－３mとした場合、中国黄河デルタのおよそ40%が浸水することになる(Peiying et al 1999)。アジアの多くのデルタが渡り鳥の中継地として重要な役割をもっており、海水面上昇などの気候関連因子が変化するとこれらの鳥の存在やその他の野生生物の個体数が脅かされることになる(Lal et al 2001; Peiying et al 1999)。

Nicholls et al (1999) は2080年までに海水面上昇だけのために世界の塩性湿地とマングローブ林の22%が失われるだろうと予想する。しかし海水面上昇によってマングローブが受ける影響についてはほとんど悪影響を受けないというものから壊滅まで多岐にわたる(McLean & Tsyban 2001)。アジア熱帯地域では、海水面上昇と降水量および流水量の変化のためにマングローブ林の種構成の大きな変化と帯状化が起こると予想される(Lal et al 2001)。このような変化のために別の沿岸湿地（たとえば塩性湿地、ラグーン）が海水面上昇と波と暴風の高波の影響にさらされるかもしれない(Lal et al 2001; Mapalo 1999)。Peiying et al (1999)は地球温暖化と海水面上昇による沿岸の侵食と陸地側への後退によって黄河デルタの塩性湿地が危機に瀕していると指摘した。マングローブと塩性湿地の多くの群集が重要な野生生物個体群を支えているが、海水面上昇によってこれらが危機に瀕する可能性がある。たとえば、一連の重要な野生生物の生息地となっているバングラデシュのSunderbansのマングローブ林は海水面が１m上昇すれば壊滅する可能性がある(Lal et al 2001)。

湿地と関係のある農業の生産性も地球温暖化によって影響を受ける。中でも稲作はアジアにとって栄養の中心であり、格段に重要である（Lal et al 2001)。米の生産量は、日本の北部と中北部で増加することが予想されるが、日本の南部では減少する。アジア熱帯地域では、最低気温の上昇のために米の収穫が危機にさらされるかも知れず、一方インドではおそらく CO_2が増加することによる増収を水不足が上回って、米の総生産量の減少が予想される。水田は CH_4 放出に対して大きな影響をもち、アジアの水田面積の変化にともなって CH_4 放出が変化するであろう（Cao et al 1998)。

4. 地球温暖化予測に対するAWIの妥当性と緩和措置

上に示したように、地球温暖化にともなう環境の変化が湿地にとって深刻な影響をもつことがある。しかしここではより良いデータをとることがその課題であるのでAWIの貢献するところが大きいことを指摘するにとどめる（Finlayson 1999; Finlayson & Mitchell 1999)。良好なデータがあれば自然資源の管理者を適切に配置して、第3節までに概説された変化が現在起こっているのかまたは将来起こりうるかを評価したり、湿地をより良く管理したり、この情報を利用して予測された地球温暖化の影響をそらしたりすることができ

る。

まず、AWIは地球温暖化モデルを作るために現在必要な情報のほとんどを供給することができる。アジア地域は地球温暖化に対して大きな貢献をする。湿地の地球温暖化に対する役割が完全に解明されたわけではないが、対照的だが重要な少なくとも二つの点で、地球温暖化の影響を軽減する働きをもつことが知られている。一つは温室ガス（特に二酸化炭素）の管理に関するものであり、もう一つは地球温暖化の影響を物理的に緩和するものである(Ramsar Bureau 2001; van Dam & Finlayson 2001)。泥炭地や沼沢地などの湿地は、炭素の重要な貯蔵庫であり、地球上の生物圏の中で最も多く炭素を貯蔵している池である(Bolin and Sukumar 2000; Dixon & Krankina 1995)。これらの湿地が（例えば農地への転換によって）撹乱、改造されたり消失したりすれば湿地と大気の間の炭素交換（温室ガス CO_2 と CH_4の形での）に重大な変化が生じる可能性がある。一つの河川集水域にある湿地の位置、大きさ、生態学的な性質に関する情報がモデル形成にとって非常に有効であるのはこのためである。たとえば、アジアの主要な各集水域の湿地や沼地の輪郭を地図に写しとりその特徴を知ることは湿地に蓄積された地球上の炭素量の計算に役立つはずである。AWIは内陸湿地と沿岸湿地の役割の違いを明らかにするのにも役立つであろうし、降雨量のパターンが変化したり、海水面が上昇したり、海水温度が高くなったり、暴風の頻度が増加することの影響を明らかにするのにも役立つであろう。

第二に地球規模の変動の研究は政府間の高度な協力とネットワーク作りなしでは成功しないということは良く知られている。この点でAWIはそれ自体が国家を超えた（つまり国境を越えた）科学的レベルで実施されるだけでなく、国家的、国際的政策決定の必要性を支える要としての働きをもつ意味で理想的な協同プロジェクトであるといえる。

資源管理と土地利用計画の視点から現在地球温暖化の影響をどれだけ緩和できるかを判断するのに必要と考えられる情報のほとんどをAWIが提供できるであろう。例えば洪水の増加によってアジアの経済活動の中心地や人口密度の高い地域が脅かされるかもしれないという場合、地域の土地利用の責任者は上流の湿地に関してより良質の情報が提供されれば、それ以上湿地が破壊されたり変更されることを防ぐのに必要な活動や手段を間違いなくとることができるであろう。同様に湿地の復元、再生、創造のための活動に財政的裏づけが行われる可能性も充分にある。したがって、地球温暖化の影響の緩衝手段となり、またある特定の地域の炭素の隔離を増やすことだけでも、AWIは湿地に対し、政治的、経済的に正当な注目をひきつけるために必要なデータを提供する助けとなるはずである。つまり、AWIはアジアの国々が地球温暖化の影響に備えて準備し、それを緩和させるための重要な道具となりうるものと国際湿地保全連合は考えている。AWIはこの点についてラムサール湿地条約常設委員会から認知され、このことが逆に条約の科学技術検討委員会が行った湿地目録の国際的な議定書を開発するという決定に重要な影響を与えた。

5. まとめ

今では湿地が地球規模で重要な社会的、経済的、生態学的な働きをもった決定的に重要な生態系であることに広い合意が得られるようになった。ラムサール条約と国際湿地保全連合の承認を受けて、AWIはアジアの包括的な湿地目録データベースを開発するしくみを代表する。成果物の中心は目録のデータベースと作成された地図である。

AWIはまたこの地域の地球温暖化のモデル作成と湿地の保全と賢明な利用についての

意思決定に必要なデータの提供に関して大いに役立つであろう。AWI は UNFCCC や UNCCD などにとってもラムサール湿地条約同様に有効な道具であると考えれる。AWI は地球温暖化にたいする湿地生態系の影響の大きさの査定（assess）に役立ち、地球規模のサイクルの中でさまざまな湿地タイプの果たす役割の価値の検討（evaluate）に役立ち、また人類と生物多様性に対する社会経済学的、生態的価値の将来の損失の大きさの推計（appraise）に役立つはずである。

謝辞:

AWI に提供いただいた初期の財政的援助について、著者らは日本国環境省（当時日本国環境庁）に対して心からの謝意を表する。著者らは同様に、AWI マニュアル初稿の検討にむけて国際湿地保全連合、日本の国立環境研究所、および国際湿地保全連合湿地目録・監視専門部会の多大の激励、指導、また援助に負うところが大きい。図 1 の作成について Ben Bayliss（eriss)から受けた助力についても書き留めておく。

参考文献 References

Bergkamp G and Orlando B. 1999. *Wetlands and climate change* : exploring collaboration between the Convention on Wetlands (Ramsar 1971) and the UN framework Convention on Climate Change (「湿地と気候変動」湿地条約(ラムサール 1971)と国連気候変動枠組み条約の協力を目指して), October 1999.

Bolin B & Sukumar R 2000. Global Perspective (地球規模的概観). In *Land Use, Land-Use Change and Forestry* (eds RT Watson, IR Noble, B Bolin, NH Ravindranath, DJ Verardo & DJ Dokken). A Special Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 23-51.

Cao M, Gregson K & Marshall S 1998. Global methane emission from wetlands and its sensitivity to climate change (湿地からの地球規模のメタン放出とその気候変動への影響). Atmospheric Environment 32(19), 3293-3299.

Dixon RK & Krankina ON 1995. Can the terrestrial biosphere be managed to conserve and sequester carbon? (地球の生物圏は保全と炭素隔離の管理ができるか?) *Global Environmental Change* 33, 153-179.

ESRI (1993), Digital Chart of the World for use with ESRI Desktop software (デジタル世界現勢図 ESRI用ソフト), Environmental Systems Research Institute, Inc. United States of America.

Finlayson C.M. 1999. *Coastal wetlands and climate change: the role of governance and science* (沿岸湿地と気候変動：ガバナンスと科学の役割). Aquatic Conservation: Marine and Freshwater ecosystems 9, 621- 626.

Finlayson CM. 2000. *A mechanism for developing a comprehensive wetland inventory database for Asia; background and methodology* (アジアの総括的な湿地目録データベース開発のための機構－背景と方法論－). Information paper submitted to Ramsar STRP meeting (STRP9), 27-30 June 2000.

Finlayson CM & van der Valk AG (eds) 1995. *Classification and Inventory of the World's Wetlands* (世界の湿地の分類と目録). Advances in Vegetation Science 16,

Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 192 pp.

Finlayson CM, Davidson NC, Spiers AG & Stevenson NJ 1999. *Global wetland inventory – status and priorities* (世界湿地目録－地位と優先度－). Marine and Freshwater Research 50, 717-727.

Finlayson CM, & Mitchell DS 1999. *Australian wetlands: the monitoring challenge* (オーストラリアの湿地－モニタリングの試み－). Wetlands Ecology and Management 7, 105-112.

Kadono Y 2000. Aquatic plants at risk (危機の水惑星). In *A Threat to Life: The Impact of Climate Change on Japan's Biodiversity*, eds A Domoto, K Iwatsuki, T Kawamichi & J McNeely. Tsukiji-Shokan Publishing Co., Ltd, Japan and IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, pp. 52-56.

Lal M, Harasawa H & Murdiyarso D 2001. Asia (アジア). In *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (eds JJ McCarthy, OF Canziani, NA Leary, DJ Dokken & KS White). Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 533-590.

Mapalo A 1999. Vulnerability assessment of Olango Island to predicted climate change and sea level rise (予測される気候変動と海水面上昇に対するオランゴ島の脅威の評価). In *Vulnerability assessment of two major wetlands in the Asia-Pacific region to climate change and sea level rise*, eds RA van Dam, CM Finlayson & D Watkins. Supervising Scientist Report 149, Supervising Scientist, Darwin, Australia, pp. 75-161.

McCarthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokken DJ & White KS (eds) 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability (気候変動2001：影響、適応と脅威). Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1032 pp.

McLean RF & Tsyban A 2001. Coastal Zones and Marine Ecosystems (沿岸域と海洋生態系). In *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (eds JJ McCarthy, OF Canziani, NA Leary, DJ Dokken & KS White). Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 343-379.

McLean RF, Sinha SK, Mirza MQ & Lal M 1998. Tropical Asia (アジア熱帯地域). In *The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability* (eds RT Watson, MC Zinyowera, RH Moss & DJ Dokken). A Special Report of IPCC Working Group II, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 381-407.

Nicholls RJ, Hoozemans FMJ & Marchand M 1999. Increasing flood risk and wetland losses due to global sea-level rise: regional and global analyses (地球規模の海水面上

昇による洪水の危険と湿地の喪失：地域的および地球規模の分析). *Global Environmental Change* 9, S69-S87.

Peiying L, Jun Y, Lejun L & Mingzuo F 1999. Vulnerability assessment of the Yellow River Delta to predicted climate change and sea level rise (予測される気候変動と海水面上昇による黄河デルタの脅威の評価). In *Vulnerability assessment of two major wetlands in the Asia-Pacific region to climate change and sea level rise*, eds RA van Dam, CM Finlayson & D Watkins. Supervising Scientist Report 149, Supervising Scientist, Darwin, Australia, pp. 7-73.

Ramsar Convention Bureau. 1999. Seventh Conference of the Parties to the Ramsar Convention (San Jose, Costa Rica, May 1999) (第7回ラムサール条約締約国会議 (1999年5月コスタリカ・サンホセ)). Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.

Ramsar Convention Bureau. 2001. *Wetland values and functions: climate change mitigation* (湿地の価値と機能：気候変動の影響の軽減). Folder commemorating 30th anniversary of Convention on Wetlands, World Wetlands Day, 2 February 2001. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.

Scott DA (compiler). 1989. *A Directory of Asian wetlands* (アジア湿地名鑑). IUCN, Gland , Switzerland and Cambridge, UK.

Scott D & Poole C. 1989. *A status overview of Asian wetlands* (アジア湿地状況の概観). AWB publication (53), Kuala Lumpur, Malaysia.

United States Geological Service 2001. Earthshots: Satellite Images of Environmental Change (地球の映像：環境変化の衛星画像), www.edc.usgs.gov/earthshots/slow/PhnomPenh/PhnomPenhmap, United States Geological Survey, 1st August 2001, map image originally derived from Operational Navigation Chart K-10, Defense Mapping Agency, 1973.

van Dam RA & Finlayson CM 2001. Draft Report on Climate Change and Wetlands: Impacts and Mitigation (気候変動と湿地に関する中間報告：影響とその軽減). Ramsar STRP/10 Working Paper 2, 46 pp, Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.

Watkins D and Parish F. 1999. *Review of wetland inventory information in Asia* (アジアの湿地目録情報の総括). In: Finlayson CM and Spiers A (eds.) Global review of wetland resources and priorities for inventory, SSR 144, Canberra. 201 – 244.

Watson RT, Zinyowera MC and Moss RH (eds). 1996. *Climate change in 1995: impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analysis* (1995年の気候変動：気候変動の影響、適応とその軽減：科学技術的分析). Cambridge University Press, Cambridge.

World Resources Institute 2001 (a). Water resources and freshwater ecosystems, Watersheds: Asia Profiles (水資源と淡水生態系、集水系：アジアのプロフィール),

World Resources Institute, 1st August 2001.
World Resources Institute 2001 (b). Water resources and freshwater ecosystems, Watersheds: Asia Profiles, Mekong Watershed (水資源と淡水生態系、集水系：アジアのプロフィール、メコン集水系), www.wri.org/watersheds/ww-asia.html, VVG4V6B8.pdf] World Resources Institute, 1st August 2001.

The Asian Wetland Inventory as a Tool for Providing Information on the Effect of Climate Change on Wetlands in Asia.

Max Finlayson[1], John Howes[2], Rick van Dam[1], George Begg[1] & Koji Tagi[3]

[1]National Centre for Tropical Wetland Research, Darwin, Australia
[2]Consultant, Kuala Lumpur, Malaysia
[3]Wetlands International Japan, Tokyo, Japan

Abstract

The environmental changes associated with climate change have serious implications for wetlands throughout the world. It is proposed that the Asian Wetland Inventory (AWI) has much to offer the Asian region assess and manage at least some of these implications. In particular it provides a method to get better data for climate change modeling and to assess whether the changes predicted are currently occurring or likely to occur.

The AWI is an Asia-wide program being developed by Wetlands International to encourage the adoption of an innovative and standardised approach to wetland inventory. The key features of the AWI is the use of a hierarchical, map-based approach defining the most appropriate land and resource management units at four levels of detail. The level of detail is related to the scale of the maps that are contained within a standardised Geographic Information System format. In essence, information about the geological, geomorphological, climatic, hydrological and biological features of entire river basins, as well as other information regarding wetlands within each basin, is collected and digitized in a standardised database system. The data will be provided for both international and national decision-making on watershed management and, amongst other things, will enable critical biodiversity hotspots to be prioritised for conservation. The inventory will also integrate information already collected in disparate analyses and programs.

With recent rapid population growth in Asia, there are serious water management problems throughout the region. These include diminishing water supplies, water contamination, accelerated erosion and sedimentation, groundwater depletion, flood damage and climate change. According to the Stockholm Environment Institute, 48 countries in the world will suffer from acute water shortages by 2025 and, with global warming starting to have a significant influence on large scale flooding of coastal plains in China and Bangladesh, improved water management is becoming increasingly essential for preventing or minimizing the downstream consequences. By supplying much of the information needed for climate change modelling the AWI is seen to be one of the best ways in which this can be achieved in a cost-effective and timely manner.

1. Introduction

The Ramsar Wetlands Convention promotes wetland inventory as a tool for identifying the functions and values of wetlands, including ecological, social and cultural values. Finlayson & van der Valk (1995) also emphasise the value of wetland inventory for establishing a baseline for measuring future change in wetlands, for identifying their functions and services, for locating where wetlands are and which of these are the priority sites for conservation. Wetland inventory is also required for planning and managing wetlands at both practical and/or political levels and to enable comparisons between wetlands and management procedures to be made at different levels of government (local, national and international). In short, wetland inventory is not an end in itself, but rather an essential step in the decision-making process affecting land use, the conservation of natural resources and water allocation.

To assess the current global situation and need for wetland inventory the Ramsar Convention commissioned the preparation of a comprehensive "Global Review of Wetland Inventories" (GRoWI) in 1998/99. GRoWI showed that the existing wetland inventory base was inadequate for assessing the distribution and different types of wetlands, the extent of likely impacts and vulnerability, the role of wetlands in climate change and the loss of wetland related economic and ecological values (Finlayson et al 1999). The outcomes of this review led to renewed calls for standardisation of wetland inventory procedures whilst recognising the many purposes of inventory. The Asian Wetland Inventory is one response to this call.

2. The Asian Wetland Inventory

Although there is *A Directory of Asian Wetlands* that provided summary information on the status, threats and biodiversity significance of 947 wetland sites in 24 Asian countries (Scott 1989; Scott & Poole 1989), no updated regional information has been collected for the past 10 years. Without such information planning, development, management, training, education and public awareness in and around wetlands across Asia is unlikely to be effective (Watkins and Parish 1999; Finlayson 2000).

The Asian Wetland Inventory (AWI) has been designed as a program that addresses the needs of international conventions and other stakeholders in 42 countries in Asia. The origins of the program lies in the call of several international meetings, especially the 7th Conference of Parties of the Ramsar Convention (COP7) to collect standardised information on wetlands (Ramsar Convention Bureau 1999). Under resolution VII.20 from this Conference, Wetlands International, a leading international wetlands non-governmental organisation (NGO) was charged with leading this responsibility. With support from the Japanese Ministry for the Environment and Wetlands International, the AWI is being undertaken by the Wetland Inventory and Monitoring Specialist Group of Wetlands International in collaboration with the Japanese National Institute for Environment Studies (NIES).

The AWI will provide a region-wide standard methodology for wetland inventory designed to:

- provide core data / information on Asian wetlands to support international conventions and treaties on wetlands, climate change, biodiversity, migratory species and desertification, and their implementation by Governments;
- analyse long term trends in the status of Asian wetlands and their natural resources;
- enable regular revisions and updates of information on wetlands of national and international importance in Asia; and
- disseminate these analyses for wider consideration and use in sustainable development and conservation of wetland resources.

The AWI will build on existing wetland surveys and collate and assess new and existing data on the fundamental features of wetlands, their values and threats. Unlike other programs the information bases will be compiled using a standard (core) data set suitable for analyses at the global and continental scale in addition to the local scale where most wetland activity is directed. In this respect it will also enable reporting to international conventions and for national and regional biodiversity and wetland use assessments.

The data will be shared, as appropriate, with environment-related international frameworks, such as the Ramsar Wetlands Convention, the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), the Convention on Biological Diversity (CBD) and the Asia-Pacific Waterbird Conservation Strategy to assist in their monitoring programs and the management of water resources and wetland biota (Bergkamp & Orlando 1999). The AWI outputs will also be important for other interest groups, such as donors, for developing other sub-regional level projects and for making global assessments (e.g. Intergovernmental Panel on Climate Change and the Millennium Ecosystem Assessment).

A principal purpose of the AWI is to delineate and map the wetland resources of Asia, taking into account wetland habitats from the intertidal zone to the uppermost reaches of all major river basins, and to store this information on a GIS (Finlayson 2000). This exercise is to be undertaken at different scales with the amount of detail being dependent on the explicit purpose of the inventory and the size and importance of the wetland (fig. 1). The first two levels will provide the contextual basis for the inventory and provide the framework for further detailed wetland inventory and assessment. The third level will provide more information on core data attributes of wetland complexes and larger sites, while the fourth level will provide more information at the site/ habitat level. The hierarchy proposed is presented below.

- Level 1: Geographic regions with a map at a scale of 1:5 000 000

A broad-based geographical regionalisation of Asia developed on the basis of river basins. Region wide assessments of geology, land cover and climate will be included.

- Level 2: Wetland regions with maps at a scale of 1:1 000 000 to 1: 250 000

A broad, map-based, geographic inventory for each subregion of the identified river basin. On the assumption that wetlands within each subregion will share common characteristics, such as underlying geology, climate and rainfall, this will provide the baseline in which similar wetlands or "complexes" can be identified and categorised.

- Level 3: Wetland complexes with maps at a scale of 1:250 000 to 1:50 000

A detailed inventory of specific wetland "complexes" identified within each subregion. As each wetland complex will exhibit different hydrological features, such as rainfall, water flow, regulation and seasonality of inundation, similar information will be collected for all wetlands within a complex.

- Level 4: Wetland sites with maps at a scale of 1:50 000 to 1:25 000

A site specific wetland inventory designed to identify all discrete wetland areas within each complex. Wherever possible map-based representations will be compiled. Detailed information on each wetland will include ecological units (habitats and biodiversity usage), threats, conservation status, human uses and criteria fulfilled under Conventions.

The essential features of the AWI are that it is map-based with hierarchical and multiple scales of analysis that are connected through a standardised data set (the core or minimum data sets) that can be complemented by further data as needed. Whilst the hierarchy provides a geographic scale for data collection there is no *a priori* reason for undertaking inventory in the order given above. If the core data elements are collected and recorded in standardised or interchangeable data formats the data can be compared and combined as needed. We recognise that data needs will vary and the scale of data collection will be driven by the specific requirements of individual projects.

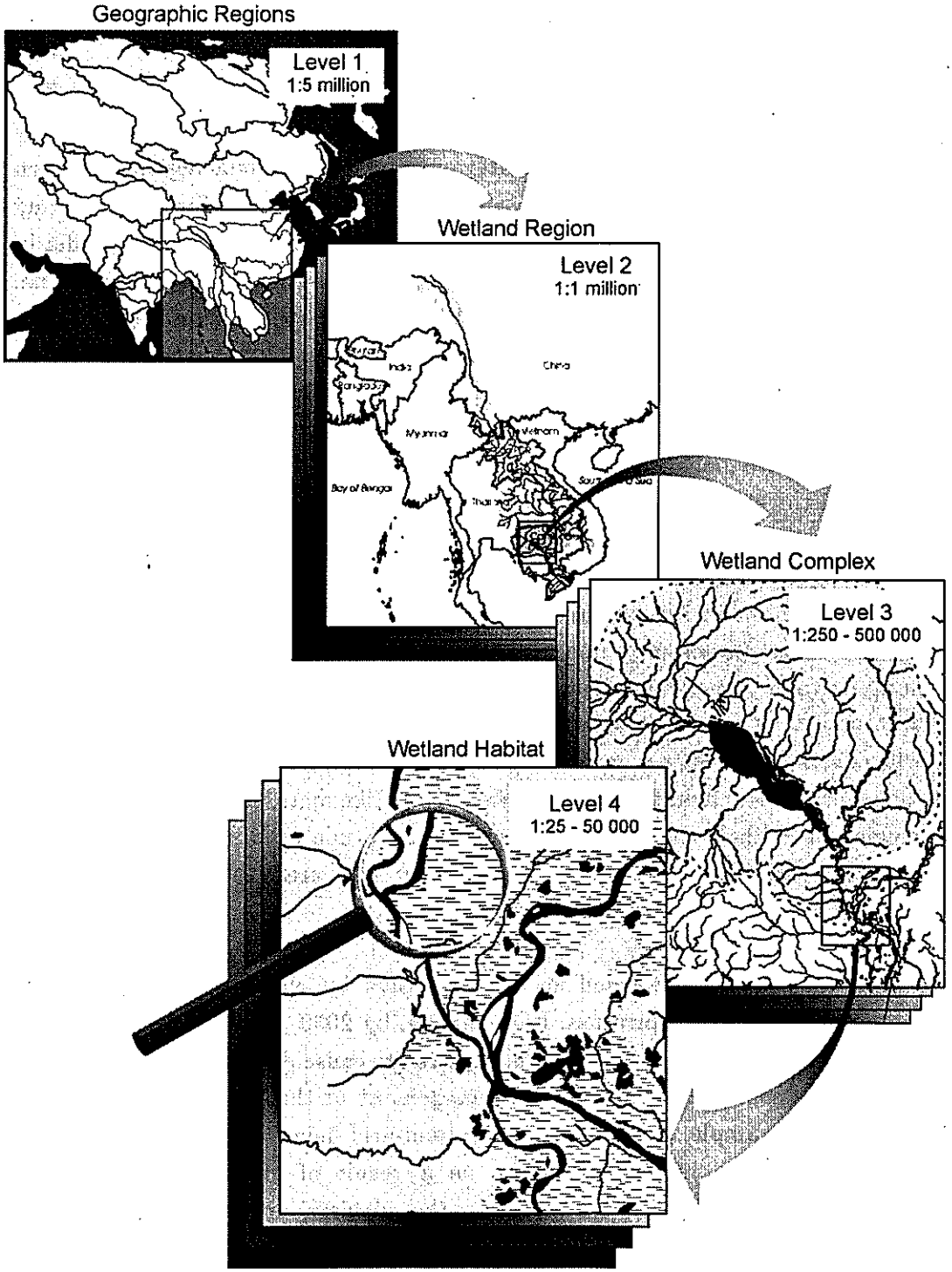


Fig 1: The four tiered landscape (or "top-down") approach of the AWI. The level of detail varies with spatial scale in a hierarchy from a continental level (1) to a site level (4). *Note: figures not to scale.*
Sources: Level 1 and 2 adapted from WRI (2001 a) and WRI (2001 b), level 3 from ESRI (1993), level 4 from USGS, 2001.

3. Projected climate change and impacts on wetlands in Asia

3.1 Projected climate change

Lal et al (2001) detailed the projections for future climate change in Asia. The projected area-averaged annual mean warming by the 2080s is approximately 3.8±0.5°C. Projected warming will be greater over the Boreal Asia region (northern margins of the Eurasian continent, between 50°N and the Arctic Circle, consisting mostly of Russia, including Siberia), and least in Tropical Asia (from central India in the north-west, to Papua New Guinea in the south-east), particularly south-east Asia. Precipitation is projected to increase over Asia, with the change being greatest over Boreal Asia (+19%) and least in Tropical Asia (-0.1 to +5.1%). Seasonal changes in precipitation are also expected, particularly over central Asia, where rainfall is projected to increase in winter and decrease in summer. Mean sea level is also projected to rise, with global estimates ranging from 2 – 29 cm by 2050 and 9 – 88 cm by 2100 (McCarthy et al 2001).

Much of Tropical Asia is intrinsically linked to the annual monsoon cycle, and thus, projected changes to the monsoon carry great significance. A range of studies suggests an increase in both the intraseasonal and interannual variability of daily precipitation in the Asian summer monsoon. Projections for tropical cyclones are variable, ranging from no appreciable long-term changes, to increased variability in tropical cyclone frequency, and an increase in tropical storm intensity with CO_2-induced warming. Similarly, effects on ENSO are uncertain, although as global temperatures increase, the pacific climate may tend towards a more El-Niño-like state. In the Tropical Indian Ocean region, it is likely that the intensity of precipitation extremes associated with ENSO events will increase such that extremely wet areas become wetter and extremely dry areas become drier.

3.2 Impacts on wetlands

Rivers and lakes will be affected in various ways by changes in temperature, precipitation and evapotranspiration. For example, by 2050, increased runoff due to higher rainfall in Siberian river systems is expected to cause difficulties with seasonal inundation and flooding, and associated management of these problems (Lal et al 2001). As another example, perennial rivers in semi-arid Asia will experience short- to medium-term increases in summer flows as a result of glacial melting in the Himalayas, followed by flow reductions as the glaciers disappear. In addition, increased temperature will also increase the likelihood of water quality problems in lakes, while it may also promote the invasion or range expansion of exotic species (e.g. water hyacinth, salvinia) (Kadono 2000). Overall, it is likely that changes to runoff and river discharge as a result of climate change will place further pressure on water resources that are already under increasing demand due to population growth, urbanisation, industrialisation and in particular, agriculture (McLean et al 1998).

Other inland wetlands will also be affected by climate change. The expected large-scale shrinkage of permafrost in Boreal Asia is likely to result in reductions to the overlying

boreal peatlands, and subsequent release to the atmosphere of large amounts of CO_2 and CH_4 (Lal et al 2001). Similarly, projected increases in evapotranspiration and projected rainfall variability are likely to have negative impacts on the viability of tropical peatlands (McLean et al 1998).

Coastal wetlands in Asia will be susceptible to accelerated sea level rise, sea-surface temperature rise, and more frequent and intense severe storm events (Lal et al 2001; Watson et al 1996). The major deltas of Asia are likely to experience changes in water regimes, saltwater intrusion of both fresh and ground waters, siltation and land loss. In Tropical Asia, the Ganges-Brahmaputra (Bangladesh), Irrawaddy (Myanmar), Choo Phraya (Thailand), Mekong and Song Hong (Vietnam) deltas are amongst the most vulnerable to sea level rise. In Temperate Asia, the Yangtze and Huang He (Yellow River) deltas are amongst the most vulnerable to sea level rise. Where runoff is projected to decrease, reduced sediment discharge will alter delta progradation, while sea level rise and more intense storm events could further erode the low-lying coastlines (Lal et al 2001; Peiying et al 1999). Where runoff is projected to increase, higher sea level and storm surge could act to reduce discharge, thereby resulting in flooding of the low-lying deltaic plains (Peiying et al 1999). For example, in the event of a 48 cm rise in sea level (by 2050) and a 2-3 m storm surge, approximately 40% of China's Yellow River Delta could be inundated (Peiying et al 1999). Many deltas in Asia play important roles as stop-over sites for migratory birds, and habitat alterations through sea-level rise and other climate-related factors could threaten the presence of these birds and other wildlife populations (Lal et al 2001; Peiying et al 1999).

Nicholls et al (1999) predicted that by the 2080s, 22% of the world's salt marshes and mangrove forests could be lost due to sea level rise alone. However, responses of mangroves to sea level rise may vary from little adverse impact to collapse (McLean & Tsyban 2001). In Tropical Asia, large changes in species composition and zonation in mangrove forests are expected due to sea level rise, and changes in precipitation and runoff (Lal et al 2001). Such changes may leave other coastal wetlands (e.g. salt marshes, lagoons) exposed to the impacts of sea level rise and wave and storm surge (Lal et al 2001; Mapalo 1999). Peiying et al (1999) identified salt marshes in the Yellow River Delta, as being at risk from climate change and sea level rise, primarily due to coastal erosion and landward retreat. Many mangrove and salt marsh communities support important populations of wildlife, which could be threatened by sea level rise. For example, the mangrove forests of the Sunderbans of Bangladesh, which provide habitat for a range of important wildlife could be destroyed by a 1 m rise in sea level (Lal et al 2001).

Agricultural productivity associated with wetlands will also be impacted by climate change. Of these, rice cultivation is by far the most important, being central to nutrition in Asia (Lal et al 2001). Rice yields are expected to increase in northern and north-central Japan, but decrease in the southern regions of the country. In tropical Asia, rice crops may be vulnerable to increased minimum temperatures, while water

shortages in India will probably outweigh the benefits of increased CO_2, and net declines in rice yield could be expected. Associated with changes to the area of rice paddies in Asia will be a corresponding change to CH_4 emissions, of which rice paddies contribute significantly (Cao et al 1998).

4. Relevance of AWI to climate change prediction and mitigation

As identified above, the environmental changes associated with climate change may have serious implications for wetlands. However, we contend that it is here that the AWI has much to offer because the challenge is to get better data (Finlayson 1999; Finlayson & Mitchell 1999). With such data natural resource managers will be better placed not only to assess whether the changes outlined in section 3 above are currently occurring or likely to occur, but also to use this information to better manage wetlands and offset the climate change impacts foreseen.

To begin with, the AWI has the potential to supply much of the information that is currently needed for climate change modeling. The Asian region contributes to global climate change in a major way and, although the role of wetlands in climate change is not yet fully understood, they are known to play at least two critical but contrasting roles in mitigating the effects of climate change. One is in the management of greenhouse gases (especially carbon dioxide) and the other is in physically buffering climate change impacts (Ramsar Bureau 2001; van Dam & Finlayson 2001). Wetlands, such as peatbogs and marshes, are important reservoirs of carbon, representing the largest component of the terrestrial biosphere carbon pool (Bolin and Sukumar 2000; Dixon & Krankina 1995). Disturbance, modification and/or loss of these wetlands (e.g. conversion to agricultural land), can result in significant changes in the exchange of carbon (as the greenhouse gases, CO_2 and CH_4) between the wetlands and the atmosphere. Hence, any information on the location, size and ecological character of wetlands in a river basin is extremely useful for modeling purposes. For example, the delineation and characterisation of marshes and swamps in each of the major drainage basins of Asia will help estimate the amount of global terrestrial carbon stored in wetlands. The AWI would help distinguish between the different roles of inland and coastal wetlands and would help elucidate the effects of changing rainfall patterns, rising sea-levels, warmer sea-temperatures and the increasing frequency of storms.

Secondly, it is widely recognised that global change research cannot succeed without a high level of intergovernmental co-operation and networking. In this respect the AWI is seen as an ideal collaborative project which not only lends itself to being implemented at a transnational (or cross-border) scientific level but also serving as a focus for underpinning national and international policy making needs.

From a resource management and landuse planning viewpoint the AWI has the potential to supply much of the information that is currently needed for determining the feasibility of buffering climate change impacts. Where intense economic activities or densely settled areas in Asia may be vulnerable due to increased flooding for example, better information about upstream wetlands could well lead to regional land

use authorities putting in place the activities or measures necessary to bring about the prevention of further wetland destruction and conversion. Similarly, the financing of activities associated with the restoration, rehabilitation and creation of wetlands could well be forthcoming. Therefore, if only to serve as a means of buffering climate change impacts and increase the sequestering of carbon in a particular region, the AWI would help provide the data needed for wetlands to receive the proper political and economic attention that they deserve. In short, the AWI is seen by Wetlands International to be a potentially important tool that could assist Asian countries prepare for and mitigate the effects of climate change. In this respect the AWI has been endorsed by the Standing Committee of the Ramsar Wetlands Convention and in turn has heavily influenced decisions taken by the Convention's Scientific and Technical Review Panel in developing an international protocol for wetland inventory.

5. Conclusions

By now there is a wide agreement that wetlands are critically important ecosystems that provides globally significant social, economic and ecological services. Under the auspices of the Ramsar Convention and Wetlands International, the AWI represents a mechanism by which a comprehensive wetland inventory database for Asia can be developed. Outputs will focus on the inventory database and map products.

The AWI would also go a long way towards providing the data needed for climate change modeling and decision-making about the conservation and wise use of wetlands in the region. As with the Ramsar Wetlands Convention, the AWI is also seen as an effective tool for other conventions such as the UNFCCC and the UNCCD. The AWI would help assess the extent of likely impacts of wetland ecosystems to climate change, help evaluate the role of different wetland types in global cycles and help appraise future losses of socio-economic and ecological values on humans and biodiversity.

Acknowledgements:

The authors wish to convey their genuine gratitude to the Japanese Ministry of the Environment (formerly - Japanese Environment Agency) for providing the initial financial support required for the AWI. The authors are similarly indebted to Wetlands International, the Japanese National Institute for Environment Studies and Wetlands International's Wetland Inventory Monitoring Specialist Group for their encouragement, guidance and assistance in reviewing initial drafts of the AWI manual. The assistance of Ben Bayliss (eriss) in drafting figure 1 is also gratefully acknowledged.

References

Bergkamp G and Orlando B. 1999. *Wetlands and climate change* : exploring collaboration between the Convention on Wetlands (Ramsar 1971) and the UN framework Convention on Climate Change, October 1999.

Bolin B & Sukumar R 2000. Global Perspective. In *Land Use, Land-Use Change and Forestry* (eds RT Watson, IR Noble, B Bolin, NH Ravindranath, DJ Verardo & DJ Dokken). A Special Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 23-51.

Cao M, Gregson K & Marshall S 1998. Global methane emission from wetlands and its sensitivity to climate change. Atmospheric Environment 32(19), 3293-3299.

Dixon RK & Krankina ON 1995. Can the terrestrial biosphere be managed to conserve and sequester carbon? *Global Environmental Change* 33, 153-179.

ESRI (1993), Digital Chart of the World for use with ESRI Desktop software, Environmental Systems Research Institute, Inc. United States of America.

Finlayson C.M. 1999. *Coastal wetlands and climate change: the role of governance and science.* Aquatic Conservation: Marine and Freshwater ecosystems 9, 621- 626.

Finlayson CM. 2000. *A mechanism for developing a comprehensive wetland inventory database for Asia; background and methodology.* Information paper submitted to Ramsar STRP meeting (STRP9), 27-30 June 2000.

Finlayson CM & van der Valk AG (eds) 1995. *Classification and Inventory of the World's Wetlands.* Advances in Vegetation Science 16, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 192 pp.

Finlayson CM, Davidson NC, Spiers AG & Stevenson NJ 1999. *Global wetland inventory – status and priorities.* Marine and Freshwater Research 50, 717-727.

Finlayson CM, & Mitchell DS 1999. *Australian wetlands: the monitoring challenge.* Wetlands Ecology and Management 7, 105-112.

Kadono Y 2000. Aquatic plants at risk. In *A Threat to Life: The Impact of Climate Change on Japan's Biodiversity,* eds A Domoto, K Iwatsuki, T Kawamichi & J McNeely. Tsukiji-Shokan Publishing Co., Ltd, Japan and IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, pp. 52-56.

Lal M, Harasawa H & Murdiyarso D 2001. Asia. In *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (eds JJ McCarthy, OF Canziani, NA Leary, DJ Dokken & KS White). Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 533-590.

Mapalo A 1999. Vulnerability assessment of Olango Island to predicted climate change and sea level rise. In *Vulnerability assessment of two major wetlands in the Asia-Pacific region to climate change and sea level rise,* eds RA van Dam, CM Finlayson & D Watkins. Supervising Scientist Report 149, Supervising Scientist, Darwin, Australia, pp. 75-161.

McCarthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokken DJ & White KS (eds) 2001. Climate

Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1032 pp.

McLean RF & Tsyban A 2001. Coastal Zones and Marine Ecosystems. In *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (eds JJ McCarthy, OF Canziani, NA Leary, DJ Dokken & KS White). Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 343-379.

McLean RF, Sinha SK, Mirza MQ & Lal M 1998. Tropical Asia. In *The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability* (eds RT Watson, MC Zinyowera, RH Moss & DJ Dokken). A Special Report of IPCC Working Group II, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 381-407.

Nicholls RJ, Hoozemans FMJ & Marchand M 1999. Increasing fllod risk and wetland losses due to global sea-level rise: regional and global analyses. *Global Environmental Change* 9, S69-S87.

Peiying L, Jun Y, Lejun L & Mingzuo F 1999. Vulnerability assessment of the Yellow River Delta to predicted climate change and sea level rise. In *Vulnerability assessment of two major wetlands in the Asia-Pacific region to climate change and sea level rise*, eds RA van Dam, CM Finlayson & D Watkins. Supervising Scientist Report 149, Supervising Scientist, Darwin, Australia, pp. 7-73.

Ramsar Convention Bureau. 1999. Seventh Conference of the Parties to the Ramsar Convention (San Jose, Costa Rica, May 1999). Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.

Ramsar Convention Bureau. 2001. *Wetland values and functions: climate change mitigation.* Folder commemorating 30th anniversary of Convention on Wetlands, World Wetlands Day, 2 February 2001. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.

Scott DA (compiler). 1989. *A Directory of Asian wetlands.* IUCN, Gland , Switzerland and Cambridge, UK.

Scott D & Poole C. 1989. *A status overview of Asian wetlands.* AWB publication (53), Kuala Lumpur, Malaysia.

United States Geological Service 2001. Earthshots: Satellite Images of Environmental Change, www.edc.usgs.gov/earthshots/slow/PhnomPenh/PhnomPenhmap, United States Geological Survey, 1st August 2001, map image originally derived from Operational Navigation Chart K-10, Defense Mapping Agency, 1973.

van Dam RA & Finlayson CM 2001. Draft Report on Climate Change and Wetlands: Impacts and Mitigation. Ramsar STRP/10 Working Paper 2, 46 pp, Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.

Watkins D and Parish F. 1999. *Review of wetland inventory information in Asia.* In: Finlayson CM and Spiers A (eds.) Global review of wetland resources and priorities for inventory, SSR 144, Canberra. 201 – 244.

Watson RT, Zinyowera MC and Moss RH (eds). 1996. *Climate change in 1995: impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analysis.* Cambridge University Press, Cambridge.

World Resources Institute 2001 (a). Water resources and freshwater ecosystems, Watersheds: Asia Profiles, www.wri.org/watersheds/ww-asia.html, World Resources Institute, 1st August 2001.

World Resources Institute 2001 (b). Water resources and freshwater ecosystems, Watersheds: Asia Profiles, Mekong Watershed, www.wri.org/watersheds/ww-asia.html, VVG4V6B8.pdf] World Resources Institute, 1st August 2001.

The Asian Wetland Inventory as a tool for providing information on the effect of climate change on wetlands in Asia.

Max Finlayson[1], John Howes[2], Rick van Dam[1],

George Begg[1] & Koji Tagi[3]

[1]National Centre for Tropical Wetland Research, Darwin, Australia

[2]Consultant, Kuala Lumpur, Malaysia

[3]Wetlands International-Japan, Tokyo, Japan

Acknowledgements

- Ministry of the Environment , Japan
- National Institute for Environment Studies, Japan
- Wetlands International (Wetland Inventory Monitoring Specialist Group)
- Ramsar Convention Bureau
- NCTWR staff - Ben Bayliss and John Lowry

Background

Agreement (worldwide) that wetland inventory is a valuable tool for :

- Locating wetlands in the landscape
- Identifying wetland functions and values
- Establishing a baseline for measuring future change
- Identifying priority sites for conservation
- Managing wetlands



Since publication of the *Directory of Asian Wetlands* (Scott 1989) no updated regional information has been collected for the past 10 years.

Without such information :

- Landuse planning, development, management, training, education and public awareness is unlikely to be effective
- Data needed for climate change modeling would remain handicapped

Decision making about the conservation and wise use of wetlands would be more difficult.



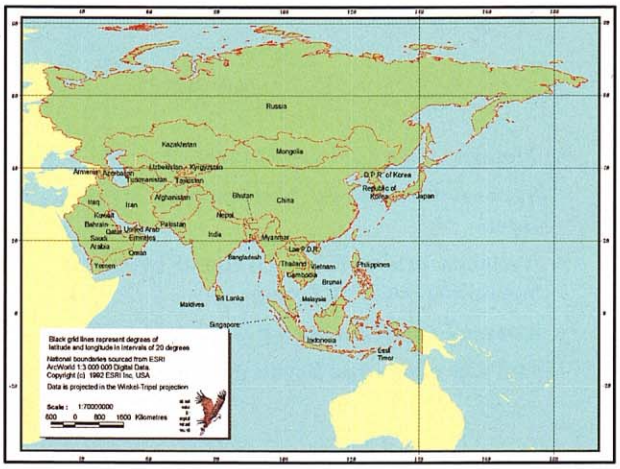
The Asian Wetland Inventory

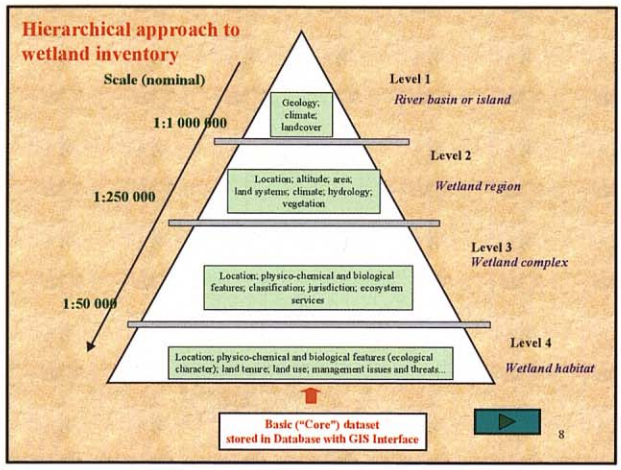
Origins :

- 7th Conference of Parties of the Ramsar Convention (CoP7) in 1999, Costa Rica
  - Call for collection of standardised information on wetlands.
- Designed to:
  - Provide core data on Asian wetlands to support international conventions and treaties (Ramsar Convention, UNFCCC, UNCCD, CBD, CMS ....)
  - Analyse long term trends in status of Asian wetlands.
  - Enable regular revisions and updates.
- Disseminate these analyses for use in sustainable development and conservation.

Purpose :

- Delineate and map the wetland resources of Asia at scales determined by the amount of detail required (i.e. a hierarchical approach ranging from major river basins and islands (at contextural level) to wetland regions, wetland complexes and individual sites).
- Linking a standardised Access database to a desktop GIS package – such as ArcView or MapInfo.





Projected climate change in Asia

(Lal et al 2001; McCarthy et al 2001)

- **Temperature :**
  - Area-averaged annual mean warming of 3.8 (± 0. 5)° C by 2080
  - Greatest over boreal Asia ; least over tropical Asia
- **Precipitation :**
  - 19% increase over boreal Asia ; 0.1 – 5.1% increase over tropical Asia
- Summer monsoon cycle :
  - increase in both intraseasonal and interannual variability of daily precipitation
- Cyclone frequency :
  - increased variability and intensity
- El Nino Southern Oscillation (ENSO) events :
  - Increased intensity of precipitation extremes (wet and dry)
- **Mean Sea Level :**
  - 2 –29 cm rise by 2050
  - 9 – 88 cm rise by 2100



Impacts of climate change on functions and values of wetlands in Asia

(McLean et al 1998; Peiying et al 2000; Kadono 2000; Lal et al 2001)

- Higher rainfall in Siberia → increased seasonal flooding and inundation
- Glacial melting in Himalayas → increased summer flows of perennial rivers
  → followed by flow reductions as glaciers disappear
- Increased temperatures → water quality and weed problems in lakes
- Shrinkage of permafrost → reduction in boreal peatlands / releases of CO_2 & CH_4
- Increased evapotranspiration → negative impact on viability of tropical peatlands
- Accelerated sea level rise → inundation of major deltas (saline intrusion)
- More intense severe storms → erosion of coastal wetlands
- Reduced sediment discharge → erosion of coastal wetlands



Common to all will be :

- large changes in species composition and distribution,
- significant changes in agricultural productivity (e.g. rice yields),
- further pressure on water resources, and
- large scale displacement of human populations.

Conclusions

- To offset climate change impacts in Asia the challenge is to :
- gather reliable information on the location, size and ecological character of Asian wetlands.
  - use these data for:
  - climate change modeling,
- estimating the amount of terrestrial carbon stored in wetlands, and
- evaluating the role of different wetlands in the carbon cycling / exchange.
- improve intergovernmental co-operation and networking.
- It is contended that the AWI is a potential means by which this can be accomplished.

12