

チャオプラヤ川の支流ナン川。農地に潤いをもたらすほか、定期船も多数運行され、市民の貴重な交通手段となっている



## チャオプラヤ川大洪水の教訓

# タイの洪水と向き合う

昨年10月、タイを襲った大洪水のニュースは日本でも大きく報道された。そのタイをフィールドに水循環、水資源についての研究に取り組んでいた日本人研究者たちは、想定外の事態に驚き、後悔しながらも、科学者としてこの洪水と正面から向き合う決意を新たにしている。

### 水の循環という切り口から環境や社会を知る

“水の惑星”—— そんな呼び名が一般的に使われるほど、地球表層環境は水循環の影

響を深く受けている。水は地球上の生命の源であり、現在でも私たちは水によって生命を維持し、さまざまな形で水を資源として利用している。一方で、時には水は洪水や台風となって牙をむき、私たちが脅かすこともある。東京大学教授の沖大幹さんの専門は、そん

な水と人間社会や環境との関係を地球規模で解き明かす「水文学」(\*)だ。

### \*水文学(すいもんがく:hydrology)

水の循環を物理的、化学的性質だけでとらえるのではなく、人間を含む生物の活動を考慮し、過去から未来への地球上の水循環をまるごと理解することを目指す学問。

地球にある水は、太陽エネルギーと重力によって液体、気体、固体と姿を変えながら常に循環している。地球に水がある場所とない場所があったり、同じ場所でも豊富な時期や不足する時期が発生したりするのはこのためだ。そこで、地球のさまざまな場所に存在する

人間活動も考慮するのが水文学の醍醐味です。

沖 大幹

おき・たいかん

東京大学大学院工学系研究科土木工学専攻修士課程修了。博士(工学)。同大学生産技術研究所助教授などを経て、2006年から同研究所教授。地球水循環システムから環境や社会を知る水文学が専門。08年からJST SATREPS「気候変動に対する水分野の適応策立案・実施支援システムの構築」研究代表者。



水の量や状態を測定し、その動きをシミュレーションすることで、水の循環の様子を明らかにし、将来を予測して、水資源の利用や災害対策へ活用しようというわけだ。水ばかりでなく、関連の深い二酸化炭素や窒素などの様子も明らかにし、環境問題の解明や解決につながることも期待されている。

沖さんが水文学の大きな特徴として挙げるのは、自然だけでなく人間活動も条件として考慮する点だ。

「たとえば水が液体、気体、固体と姿を変える状態変化の条件などは、基礎的な自然科学の原則があてはまります。しかし、水が実際に地球でどのように循環していくかを考えるには、山、川、海などの自然の地形ばかりでなく、ダムや道路、建物や、私たちの産業、毎日の生活など、人間活動の影響を無視できません。それらをいかに的確に把握し、考慮するかに、最近の水文学の研究としての価値や面白さがあるのです」

このため、水文学が扱う研究対象は、降水、地下水、水質、浸食、水資源だけでなく、経済学や農学まで多岐にわたる。こうした人間活動も考慮した研究は、最近十数年で切り開かれた分野であり、日本が世界の最先端を走っている。沖さんはその中心人物として、自らの研究室はもちろん、数々のプロジェクトでリーダーを務めているのだ。

その1つが、タイとの国際共同研究であるJSTのSATREPS研究課題「気候変動に対する水分野の適応策立案・実施支援システムの構築」だ。

### タイでの研究プロジェクトを進めていた矢先に……

アジアは世界でも自然災害頻度が高い地域だ。人口が集中しているため、災害発生時の被害も甚大になりやすい。アジアで災害の一因となるのがモンスーンだ。沖さんは1989年にモンスーン研究のプロジェクトに加わった。それをきっかけにタイをフィールドとした研究が始まり、モンスーンに限らず水循環全体の研究へと発展していった。

タイでの研究活動は、日本とはひと味違う。現地で調査にあたっている小森大輔さんは、まず、計測データを得るまでに苦労があるという。

「降水量や川の水位などの基本データを観測する環境が整っていないので、機器の設置から始めなければいけません。太陽電池パネルや銅線などが盗まれてしまうこともあるの

## ●フラックス観測サイト



建設の様子



「フラックス」とは、ある時間にある面積で推移する物質やエネルギーの量のこと。水に限らず、二酸化炭素の推移も同時に観測できる機器を設置して、水循環だけでなく炭素循環について解明し、気候変動や地球環境の研究にも取り組んでいる。

で、土地の所有者に研究の主旨を説明して理解してもらい、管理をお願いするのです。もちろん、多少の報酬も支払います。しかし、自分たちでも訪れて、定期的なメンテナンスもしなければいけません」

そうした苦労だけでなく、水文学という研究分野ならではの違いも存在すると、沖さんは指摘する。

「水文学は、自然と人間活動の両方からデータを得ることが必要です。タイと日本では、地形などの自然も、人間の水利用の様子も違います。たとえば水田は、日本なら人工的な灌漑(かんがい)で水を維持するのが一般的ですが、タイでは雨水だけに頼っているところもあります。そうしたさまざまな違いを考慮しながら、計測やシミュレーションを行う必要があるのです」

タイで2008年からスタートしたSATREPSのプロジェクトでは、観測環境を整えてタイの自然や人間活動に合った水循環・水資源モデルを確立するとともに、将来の水災害の予

測にも役立てることを目指している。研究は、タイのカセサート大学や気象局、王立灌漑局と共同で行い、現地の人たちだけで研究を継続できる体制を整えることも目標としている。

「タイでは、例年、雨季の後半に洪水の被害が起きています。日本の場合、河川水位が一定の高さを超えたときに警報が伝えられるのが一般的ですが、タイではまだそれが整えられていません。タイと日本では、雨の降り方や河川の勾配に違いがあります。そこでタイでの観測をもとに、洪水を事前に予測するためのシステムを作ろうと考えたのです」(沖さん)

研究も4年目を迎え、観測環境が整ってシミュレーションが進められると同時に、洪水予測の研究も行われていた。そんな矢先の昨年10月、タイを大洪水が襲った。それは、沖さんたちがまったく想定していなかった規模とメカニズムのものだった。

### 小森大輔

こもり・だいすけ

東京農工大学大学院 連合農学研究所資源・環境学専攻博士課程修了。博士(農学)。タイ王国チュロンコン大学留学などを経て、2009年から東京大学生産技術研究所 特任助教。10年以上タイで水循環観測に取り組んでおり、昨年のタイ洪水の際には10月中旬から現地に滞在し、現地調査を行った。



タイで気候変動や土地利用変化による水循環の変動を研究しています。

2011年8月に上流域で発生した洪水は次第に広がり、10月にはバンコク首都圏も冠水。12年1月8日の時点で813人が死亡し、500万人以上が被災した。



2011年10月

## チャオプラヤ川大洪水の発生

### チャオプラヤ川の洪水が、こんなに深刻な被害をもたらすとは考えていなかった

#### 洪水発生メカニズムが例年とは大きく違った

昨年10月、タイを襲った大洪水のニュースが世界中を駆け巡った。まるで遠浅の海ようになった首都バンコク。建物も車も水浸しになった映像は、水が引かない期間の長さや、関東平野とほぼ同じ約1万7000km<sup>2</sup>の農地が被害を受けたという規模の大きさと相まって、私たちの心に強烈な印象を残した。日本企業が入る工業団地が浸水したことも、洪水の影響をより身近に感じさせたといえるだろう。

タイをフィールドにしていた水文学の研究者として、また、洪水予測の研究を進めていた者として、沖さんは、この洪水にとりわけ大きな衝撃を受けた。脳裏を駆け巡ったのは、「チャオプラヤ川(\*\*)の洪水が、こんなに深刻な被害をもたらす可能性があるとは考えていなかった」という驚きと悔い。その理由は、この河川の特徴から見えてくる。

**\*\*チャオプラヤ川**  
首都バンコクなどのタイ中心部を流れる大河

川。流域面積は約16万km<sup>2</sup>と関東平野の約10倍で、勾配は日本の河川と比べて非常に緩い。チャオプラヤ川流域は狭窄部であるナコンサワン市で上流域と下流域に二分され、それぞれ異なった洪水の特徴をもっている。農業用水などの恵みをもたらす、水路として交通の大動脈となる一方、洪水による被害も毎年のように発生している。

毎年のように洪水が発生しているにもかかわらず、これほどの被害をもたらすと予測できなかったのはなぜか。大きな理由は、例年と比べた洪水メカニズムの違いにある。

「例年の洪水は、雨季後半の降雨によって一時的に水かさが増し、あふれるものでした。しかし、今回の洪水は、長期間にわたる多量の雨によってチャオプラヤ川上流のダムも100億トン貯水したものの、10月初旬に満水になってしまいました」

昨年5月から9月にかけての雨量は、例年の143%。とりわけ7月は、8割も多かった。夏の間の大量の雨で、チャオプラヤ川上流の支川

の1つでダムのないヨム川で大洪水が発生した。そして、9月になっても例年の144%の降雨量を記録し、ヨム川で発生した洪水はさらに大きくなり、ナコンサワンに到達した。本来、河川は水が集まる下流で流下能力が大きくなる。しかし、チャオプラヤ川は、下流側の方が流下能力が小さい。そのため、上流から流下する水の量が膨大になると、下流であふれることになる。一方、多くの支流では、水の量が増えると水位の高くなったチャオプラヤ川に流下できなくなり、支流周辺の平野部にあふれる。これが、結果的には洪水の被害をさらに下流の地域に集中させず、拡散させることにつながる。いわば、自然の洪水災害軽減が行われているのだ。しかし、今回の50年に1回に相当する大雨は、そうした自然の軽減システムの限界を超え、大規模な洪水をもたらした。

さらに、勾配が日本の河川に比べて極端に緩いため、あふれ出した水は毎分約8mという非常にゆっくりとしたペースで進み、なかなか引いていかない。こうして、大規模かつ長期間にわたる被害が続くことになったのだ。

「こうしたメカニズムで洪水が起こるとは、まったく予測していませんでした。だから大洪水の予兆をつかめなかったのです」

沖さんはそう言って唇をかむ。

### 難しいからこそ 価値があるし、やりがいもある

驚きと後悔を覚えながらも、沖さんらは数度にわたる現地調査を行って原因を解明し、対策を提案し続けている。小森さんは、自然条件だけでなく、タイの河川の特徴は日本の河川の特徴とはまったく異なり、その治水も大きく異なると話す。

「タイでは水が大変貴重であると考えられています。そこで河川の特徴を生かして、チャオプラヤ川上流の洪水は貯水し、下流の洪水はバンコク中心部や工業団地がない右岸側を中心に氾らん面積を拡大させ、氾らん水位を低下させて洪水被害を軽減するという治水を行ってきました。チャオプラヤ川流域の勾配は緩やかであるため、氾らんした流れは遅く、ひど下程度の浸水であれば実生活に影響は少ないと考えられます。また、氾らん面積を拡大することで氾らん水を効果的に蒸発させ、氾らん水位を低下させることもできます」と小森さん。

ところが今回は、規模があまりにも大きく、調整がうまく機能しなかったため、工業団地やバンコクにも被害が及んでしまった。もともと低地で、比較的ぜい弱な左岸の土地を人間が利用するようになったために、一度左岸に洪水が発生すると目に見える被害が大きくなってしまったのだ。

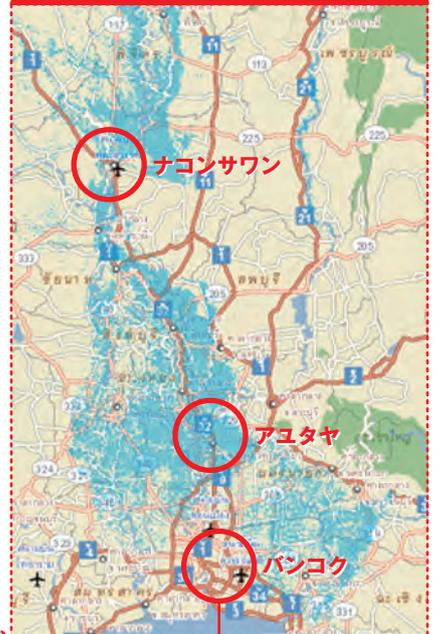
こうした事例からは、人間活動も考慮する水文学の難しさが浮かび上がる。水

さまざまな角度から  
水循環を  
研究しています！

## ●タイの河川



### 2011年10月19日時点での浸水状況



タイ地理情報宇宙開発機構 (GISTDA) ウェブページより



昨年8月に始まった洪水は10月中旬、バンコク都北部の工業団地に達し、下旬には外周堤防道路であるキングスダイクを越えてバンコク都内に流入した。

田の影響などはシミュレーションできたととしても、工業化による急速な土地、水利用の変化、政治的な判断まで考慮できるだろうか。そんななか、沖さんたちはタイ政府から、大規模な洪水も含めたタイの水循環のシミュレーションをできるだけ早く示すように要請を受けた。

「もともと、最終段階でまとめるつもりでしたが、2年前倒しでできるよう、作業を進めています。納得いくところまで詰められず、目をつぶらざるを得ないことも出てくると思います」

しかし、沖さんたちは、くじげずに前を向いている。「河川の勾配のように、タイは日本とは条件が違いますから、日本と同じようなシミュレーションでは通用しない部分もたくさんあります。し

かし、日本でも信濃川などのように勾配の緩い河川の流域では、タイでの研究が生きて考えられます。自然環境や水と人との関わりが地域によって違うからこそ、水文学的に研究する価値があるし、やりがいもあります。限られた時間のなかで全力を尽くしたいと思えます」

水の恩恵を受け、災いを恐れるだけではなく、水と向き合い、理解して、もっと深く水と付き合えるようになったとき、私たちは胸を張って、地球を“水の惑星”といえるようになるのかもしれない。■

東京大学生産技術研究所の沖研究室のメンバーたち。タイだけでなく、人工衛星による地球全体スケールでの観測、1滴の水からの地球水循環の解明など、さまざまな角度から研究に取り組んでいる。

