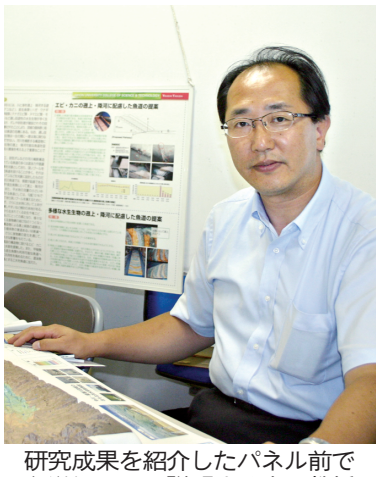
生態系保全に配慮した魚道を研究・開発

理工・安田陽一 教授


研究成果を紹介したパネル前で魚道について説明する安田教授

専門は環境水理学。ダムや堰など河川横断構造物の周辺に生じる複雑な流れ（局所流）の研究を行っている。局所流の水理特性を実験的手法により系統的に解明する研究は世界的にも高く評価され、2000年には急拡水路の流れをテーマにした水理学研究室・大津岩夫教授らとの共同研究でアメリカ土木学会の水理学論文最高賞を、05年には同教授らとの共同研究「階段状水路における流れの特性について」で日本人として初めて討議論文最高賞を受賞した。近年はこうした基礎研究の成果の上に、河川の生態系保全に配慮した魚道の研究開発にも力を注ぐ。

ダムや堰には川に棲む水生生物が遡上・降河できるよう魚道が整備されているが、実際には、流れが弱すぎて魚道の出入り口が認識されにくい、水が流れていなかったり流れが強すぎたりして遡上できない、流れてくる土砂が堆積して遡上・降河できないなど、本来の機能を果たしていないものが多い。水理学のノウハウが魚道づくりにほとんど生かされていないためだ。

多様な生物が遡上可能に

局所流の研究成果生かす

「回遊魚や底生魚、甲殻類などの水生生物が遡上しやすく、かつ土砂が堆積しにくい魚道にするためには、魚道内や周辺の複雑な流れの現象をいかに解明するかが鍵になります。従来の魚道整備は少ない。特に局所流の研究を基礎から積み上げ、魚道づくりの応用研究へと展開させているのは安田教授の研究チームだけといってよく、全国の自治体などからも熱い注目を集めている。

水産学や生態学、環境科学の観点で考案されたものがほとんどでしたが、これからは、それらに加えて水理学の分野からのアプローチが不可欠だと考えています」

土木工学の分野でも魚道を専門とする研究者は道整備で、生物学者から水生生物の遡上・降河行動について教示を受け、それを踏まえて考案した。

コンクリートの側壁が斜め約45度に傾き、断面が台形状になっているのが特徴だ。通常の魚道は側壁が鉛直に切り立っているが、傾斜をつけることで側壁付近の流れを緩やかにし、大型魚だけでなく遊泳力の弱い小型魚や底生魚、甲殻類も容易に遡上できるようにした。エビやカニなどが歩いて水際を移動できるよう側壁の表面もやや粗く仕上げられている。

このほか、流水経路を仕切っている隔壁を台形にすることで魚などが楽に泳いで上れるようにし、隔壁の角度やプールの深さも土砂や石が堆積しないよう工夫した「プール式台形断面魚道」や、斜面状の流水経路に円柱型の突起物を千鳥状に配置して高速流を制御した斜路式の魚道、蛇籠と単管パイプを用いた簡易魚道など、河川環境や目的に応じたさまざまなタイプの魚道を考案した。いずれの魚道も、現地調査や模型実験、水生生物を使った遡上実験などで実際の効果を確かめながら開発されたものだ。「局所流の水理特性は数値解析だけでは予測が難しいので、実験的な検討を重ねて見通しを立てます。魚道の完成後も実験結果との相違を比較検討し、課題があればその改善方法を考える。依頼を受けた以上、失敗は絶対に許されません」

台形で流速を制御

安田教授が提案する新しい魚道の一つが、多様な水生生物の遡上・降河に配慮した階段式の「エコステップ魚道」。最初に取り組んだ長崎・河内川（こうちがわ）の頭首工（農業用の堰）の魚道整備で、生物学者から水生生物の遡上・降河行動について教示を受け、それを踏まえて考案した。

長崎県西海市・雪浦川に設置されたエコステップ魚道。片側には透過性パイプも付設

普遍的な成果を

2003年に完成した河通川のエコステップ魚道を皮切りに、これまで全国各地で十数基の魚道づくりにかかわった。現在も、知床の世界遺産の指定地域を通る河川をはじめ、長崎や北海道など数カ所で魚道の提案を行っている。「ただ、いつまでも我々が魚道整備に参画しないと解決しない状況では困るのです。やはり誰もが同じように判断できる普遍的なノウハウを成果として提示していかなければ意味がない。そういう視点で研究を続けています」

プロフィル

安田 陽一（やすだ・よういち）昭和61年理工学部卒。昭和63年大学院理工学研究科修士課程修了後、理工学部専任講師、助教授を経て平成18年教授。博士（工学）。専門は環境水理学、水工水理学。アメリカ土木学会水理学論文最高賞、同学会水理学討議論文最高賞、日本大学理工学部学術賞受賞。東京都出身。43歳。

睡眠中、呼吸が止まる病気を研究・治療

医・赤柴恒人 研究所教授

忙しい合間に研究資料に目を通す赤柴教授

SAS研究のパイオニア

鼻CPAPを日本で最初に導入

過眠が交通事故の原因に

日本での「睡眠時無呼吸症候群（SAS）」研究のパイオニアで、今は月に500～600人の患者を診ている。SAS（Sleep Apnea Syndrome）は、1976（昭和51）年に米国で最初に報告された病気で、睡眠中に10秒以上呼吸が止まる状態（無呼吸）が1時間に5回以上認められた場合につけられる。

いうまでもなく、人間は眠っている間も呼吸しているが、仰向けになって眠ったとき筋肉の緩みと重力のはたらきで下がった舌の付け根（口腔咽頭部）が、空気が通る上気道（のど部）を狭めることから起きる。健康な人であればある程度狭まっても呼吸に問題はないが、普段から上気道が狭くなっていて、気道が完全にふさがれてしまうことが原因で起きるのがSASである。

いびきは狭くなった上気道を空気が通過するときに出る音であるが、SASの患者はものすごいいびきをかいていたかと思うとピタッと止まり、またしばらくすると大いびきをかくという状態を一晩中繰り返す。この無音（無呼吸）状態が冒頭の条件に当てはまればSASである。

肥満型に多い患者

こうしたことが起きるのは肥満型の人に多い。太った人は余分な脂肪や軟部組織が、のどの内部にもたくさんついているためだ。それともう一つ、下あごが小さく、後退した顔の人がなりやすいとされ、欧米ではSAS患者の90％が肥満を伴っている一方、日本の患者の20～30％は肥満を伴っていないとするデータも示されているという。

赤柴教授がこの病気に関心を持ったのは、米ワシントン大学留学から帰国して間もない1987（昭和62）年のこと。ある重症患者について主治医から相談を受けたのがきっかけだった。当時日本では病気の存在自体ほとんど知られておらず、海外の文献をいろいろ調べて、欧米では研究が盛んな病気であることを知り、いち早く米国から輸入して使ったところ、劇的な効果が得られた。睡眠中、機械的に鼻マスクから上気道に空気を送り込んで無呼吸状態を防ぐというもので、これが日本で最初の導入だった。

この病気を一躍有名にしたのが、2003（平成15）年2月に起きた山陽新幹線運転手の居眠り事故。最高時速約270キロで岡山県を走行中に8分間居眠りするという事故が起き、SASが原因と発表されて注目された。

この事例が示すように、SASの最も特徴的な症状は昼間緊張しているにもかかわらず突然襲う耐え難い眠気（過眠）である。無呼吸が続くと呼吸を再開させようと脳が覚醒する。SAS患者はこれを一晩中繰り返しているため、本人は寝たつもりでも眠ったことにならないのだ。事実、新幹線の運転手も前夜は9時間の睡眠をとっていた。また、身長170センチ、体重100キロで、体型は肥満型でもあった。

睡眠センターを開設

こうした過眠が交通事故の原因になっているというデータもある。さらに、呼吸が止まることで睡眠中に内臓の酸素不足が起こり、低酸素が循環系に影響を及ぼして血圧を押し上げたり、狭心症や心筋こうそくといった冠動脈疾患になる危険性を高めるという。

付属板橋病院にことし4月、睡眠障害を総合的に診る睡眠センターが開設、赤柴教授がセンター長に就任した。「睡眠医学・睡眠科学・睡眠社会学の3分野の専門家が医学部にそろったことから、このセンターは実現した。睡眠障害をトータルで研究・治療することで、日本の、そして世界の睡眠医学に貢献していきたい」と話している。

付属板橋病院に開設された睡眠センターでスタッフと（右端が赤柴教授）

プロフィル

赤柴 恒人（あかしば・つねと）昭和50年医学部卒、第一内科学教室入局。60年米ワシントン大学付属ハーバービュー・メディカルセンター留学。62年から一時期を除き板橋病院に勤務。呼吸機能室室長、呼吸器科部長を歴任、平成19年4月睡眠センター長。8月研究所教授（内科学系睡眠学分野）。日本内科学会認定医、日本呼吸器学会専門医・指導医・評議員など。新潟県出身。58歳。