植生侵入が砂州形成過程に与える影響

寒地土木研究所　寒地河川チーム　○永多　朋紀
寒地河川チーム　　大串　弘哉

標津川の蛇行復元試験地では、近年、砂州上で生長するヤナギの樹林化が顕著にみられ、流下断面積の縮小といった直接的な影響のほか、砂州の発達および固定化を助長するなどの間接的な影響を伴って、今後大きな流下阻害要因となる可能性が危惧される。当研究はその影響が最も懸念される分岐部右岸に形成された砂州を対象として、過去の現地調査結果を解析し、植生侵入およびその生長が砂州形成過程に与えた影響について考察を行った。

キーワード：標津川, 蛇行復元, 2way 河道，砂州形成，植生侵入

1.　はじめに

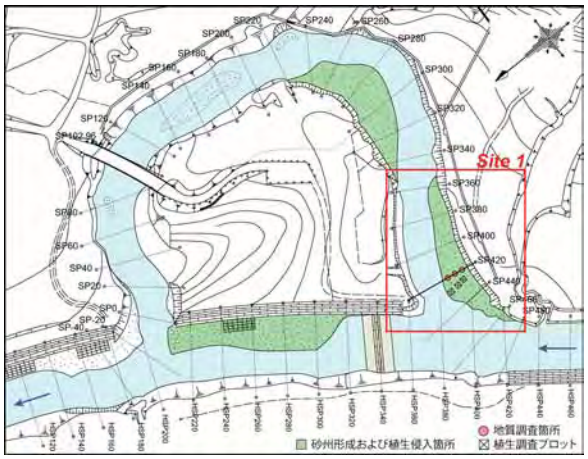
北海道東部に位置する標津川では、河口から上流 $8.5km$ 付近において、**図–1** に示すような旧川跡を利用した 2way 河道が試験的に施工され、平成 14 年春の通水開始から現在まで、約 9 年にも亘る継続的な各種調査・研究が行われてきた。

このような 2way 河道は、直線河道と蛇行河道の双方で通水可能な状態を維持するところに大きな特徴があり、平常時は主に蛇行河道側へ流量を分配し、洪水時には直線河道で多くの流量を分担できるよう、両河道の分岐点（上流側の接続点）に透過型の越流堰が設けられている。これにより、平常時、十分な流水が確保される蛇行河道において、豊かな生態系の定位が期待されるとともに、洪水時には直線河道を通じて速やかな洪水流の流下が可能となるため、近年要望が高まっている河川環境の保全と治水安全性の両立を実現する手法として注目されている。

これまでの現地観測および研究結果から、このような 2way 河道は、大規模洪水を受けると蛇行区間で顕著な土砂堆積が生じ、河床高の上昇と河床勾配の急峻化によって、蛇行河道流入口の閉塞傾向が急激に高まることがわかっている。一方で、堆積した土砂はその後の融雪出水や平常時の流水によって徐々に下流へと流掃され、約 2 年程度の期間を経て元の河床高および河床勾配へと復元されていくこともわかっており、これは、当河道が長期的にも自律維持されていく可能性を示唆するものであった。

しかし、過去の研究において示された蛇行部河床高の復元過程は、平常時水面下となる主流路に関して導かれた結果であり、平常時は砂州となる箇所を含めた低水路全体の河道平面形状は、出水前後で大きな変化を残したままであることがわかっている。

また、近年、砂州上で生長するヤナギの樹林化が顕著になってきており、流下断面積の縮小といった直接的な影響のほか、砂州の発達および固定化を助長するなどの間接的な影響を伴って、これが今後大きな流水の流下阻害要因となる可能性が危惧される。



図–1　調査箇所 Site1（標津川蛇行復元試験地）

当研究は、平常時、蛇行河道へ十分な流水を導くに際して、その影響が最も懸念される蛇行河道流入口付近（分岐部右岸）に形成された砂州を対象として、過去の現地調査結果を解析し、植生侵入およびその生長が砂州形成過程に与えた影響について考察を行った。

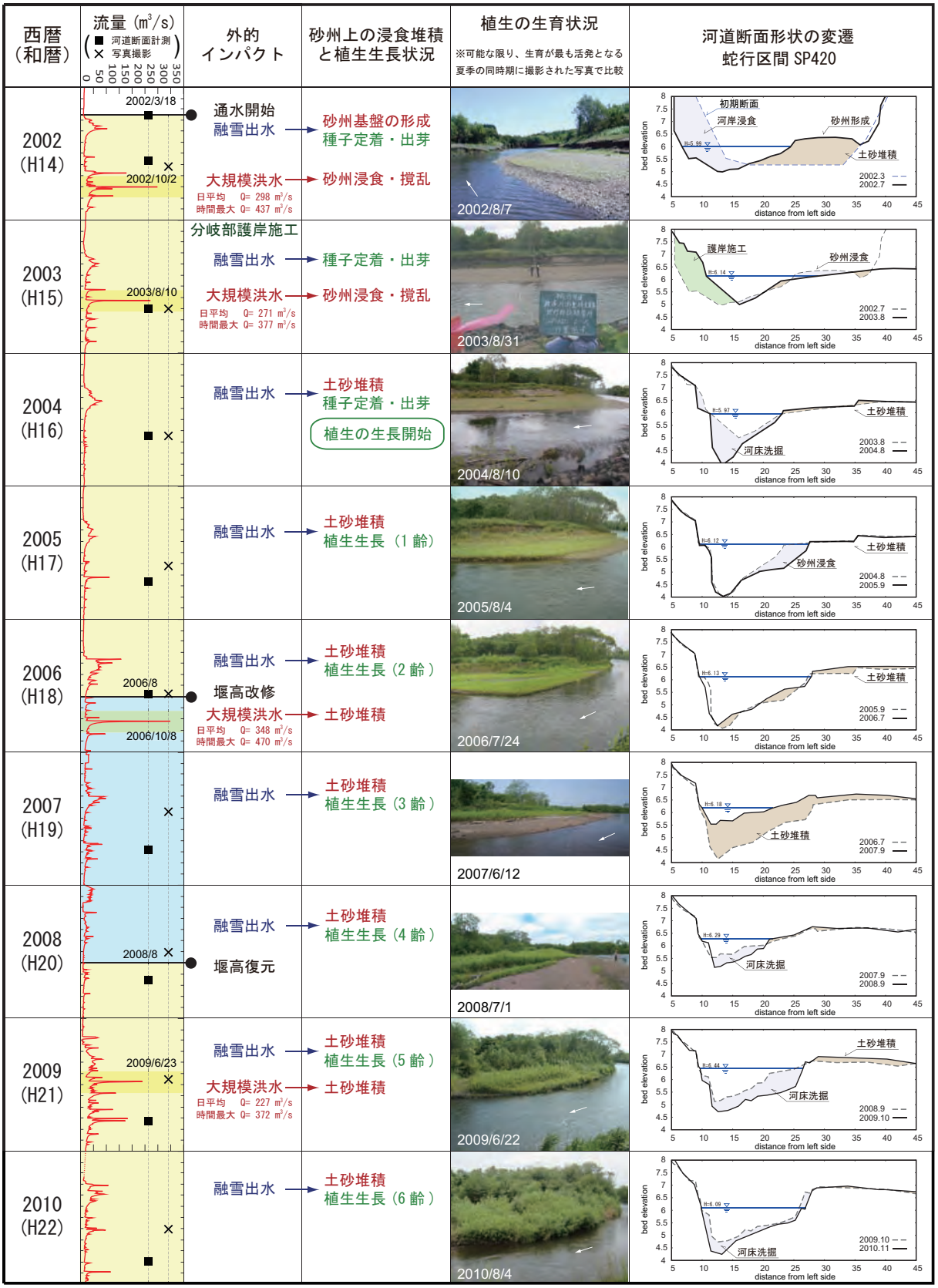
2.　植生侵入と砂州形成過程

(1)　解析手法

解析および考察は、**図–1** の赤枠で示す分岐部右岸の砂州（以降 $Site1$）を対象とし、当箇所においてこれまでに計測されてきた河道断面形状（$SP420$）と植生の生育状況を示す写真を、流量変化等の外的インパクトの生起時期と併せて時系列で対比し、植生侵入およびその生長過程に各因子がどのように作用していたかについて考察を行った。

次に、同図赤丸および四角でプロットされた箇所における地質調査、植生調査の結果をそれぞれ解析し、植生の生長と土砂堆積厚およびその土質特性との因果関係について考察を行った。

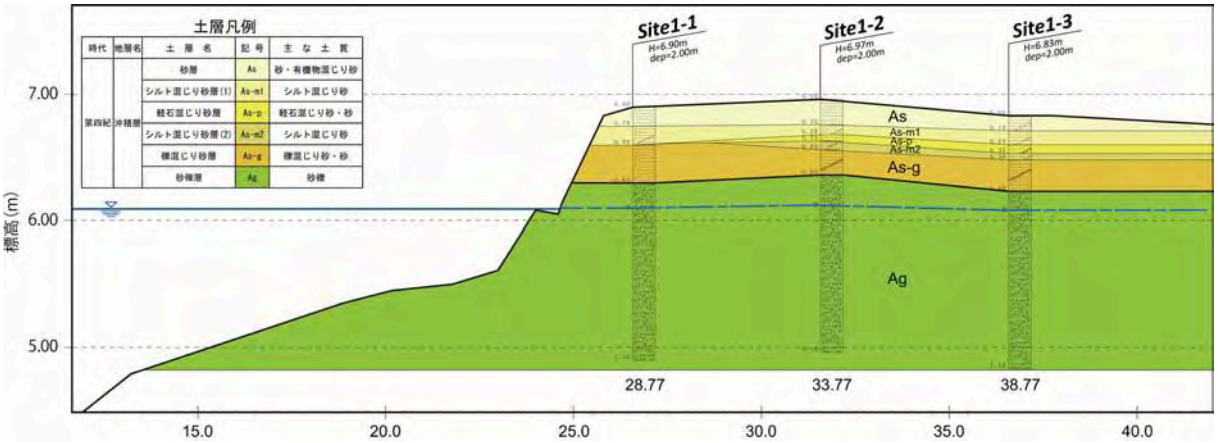
Tomonori Nagata，Hiroya Oogushi



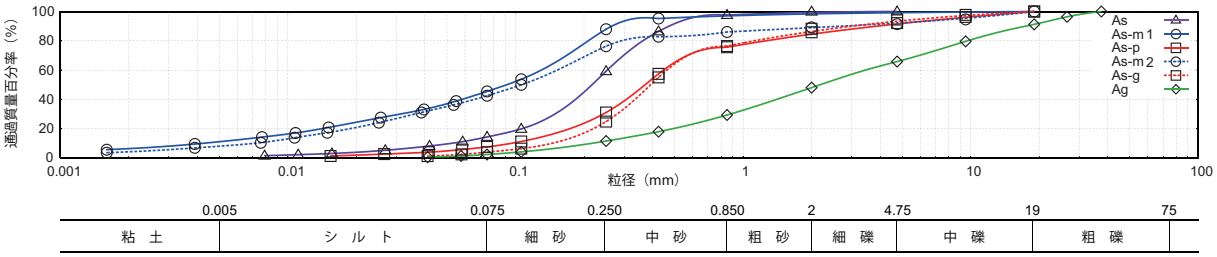
図–2 外的インパクトの生起時期と河道断面形状および植生侵入・生長過程の時系列比較

(2) 外的インパクトと植生侵入・生長過程

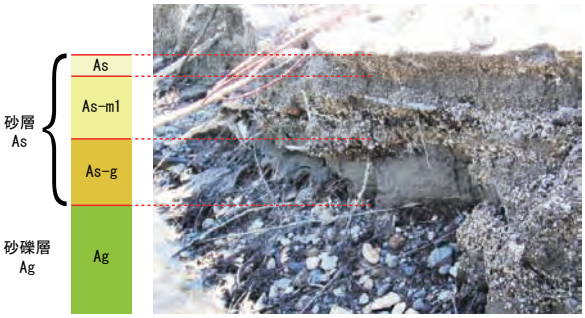
当試験地で確認された植生の樹種構成は、ほぼ全てヤナギ類で占められており、オノエヤナギとエゾノキヌヤナギが優先種であった。一般にヤナギ類は先駆性植物で非常に生長が速く、特に積雪寒冷地では、融雪出水期とヤナギ類の種子散布時期とが重なるため、撹乱を受けた直後の砂州など、比較的冠水頻度が高く水分の豊富な箇所に対して、風や流水によって運ばれた種子や実生の定着が起こり易いといわれている。このようなヤナギ類の出芽特性も考慮し、流量変化等の外的インパクトの生起時期とそれに起因した砂州の形成と撹乱、および植生侵入とそ



図–3 土層断面図（砂州）～Site1 SP420 2010 年 11 月調査～



図–4 土壌サンプリングの粒度分析結果（粒径加積曲線）



図–5 土層断面写真（2009.7.17）

の生長過程を時系列で対比した結果を**図–2** に示す。

この図から推察されたことを以下にまとめる。

- 2002 年の融雪出水により砂州の原型が形成、その後、2 度の大規模洪水を受け、砂州表層の浸食と出芽した稚樹の流失が繰り返された。
- 2004 年の融雪出水で堆積した土砂の上にヤナギの種子や実生が定着し、出芽・生長を開始した。
- 融雪出水を受けると、主流路の河床低下に加えて砂州上では土砂堆積が生じることとなるが、*Site*1 で観測された規模の堆積では、ヤナギの生存に大きな影響を与えることはなかった。
- 2009 年に大規模な洪水を受けるが、2002・2003 年の大規模洪水後とは状況が異なり、砂州表層の浸食・撹乱がないばかりか、むしろ土砂堆積がもたらされた。このことは、植生の生長は、砂州表層の被覆効果を高め、浸食・撹乱作用を抑制するほか、洪水時には植生域内の流速を弱めて掃流力を低下させ、土砂堆積を誘発したものと推察される。

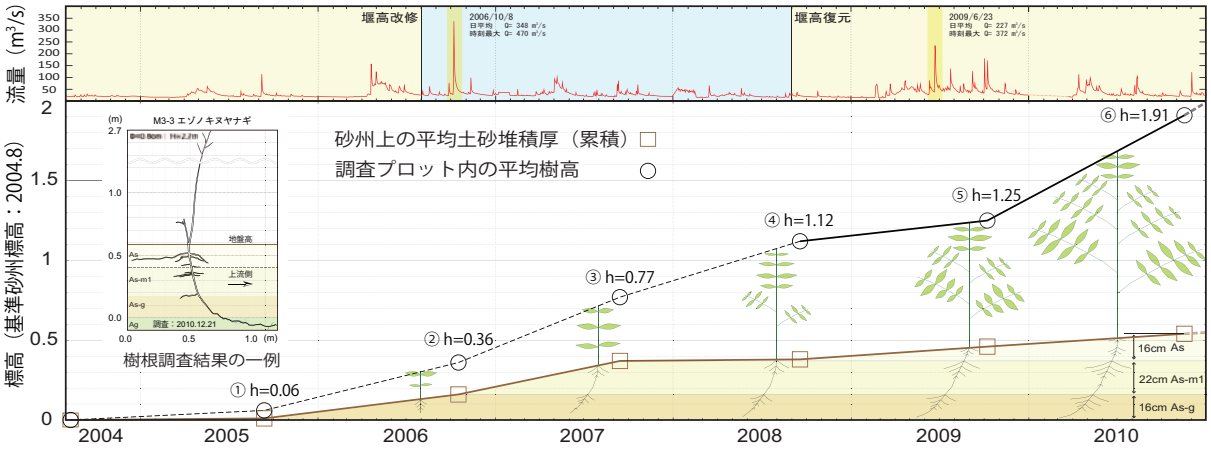
(3) 地質調査

次に、**図–1** の赤丸で示した箇所におけるサンプリング調査の結果を**図–3** に示す。また、この土層断面図に示される各層を対象に実施した粒度試験結果を**図–4** に示す。

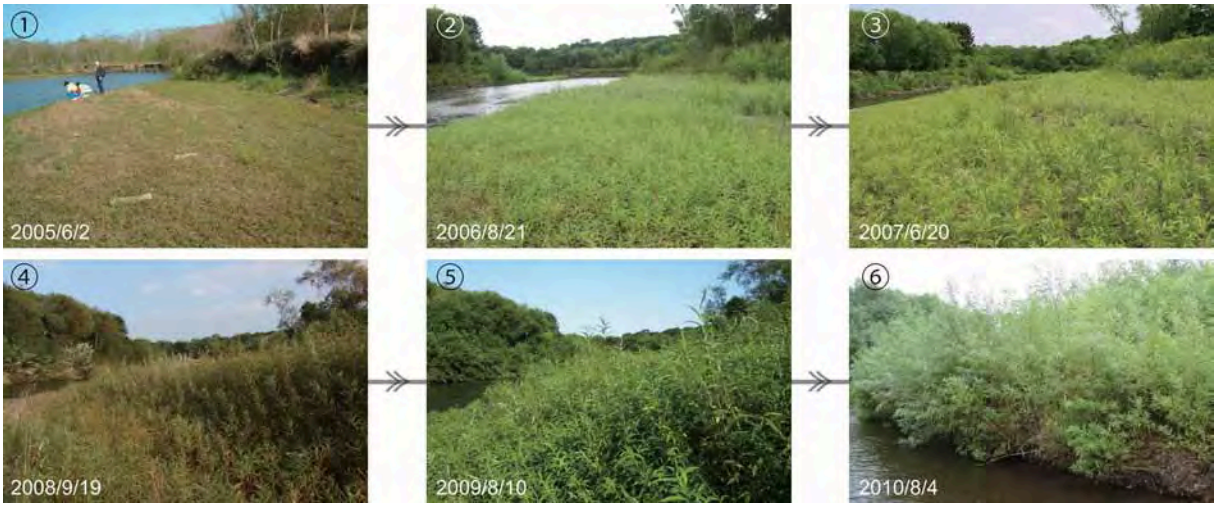
これらの図から、*Site*1 に形成された砂州は、最下層の砂礫層（Ag）とその上に堆積した砂層（As）の 2 種類に大別することができ、この図と過去の横断図との重ね合わせから、この 2 つの土層の境界は 2004 年 8 月から 2005 年 9 月の時期に近いことがわかった。つまり、最下層の砂礫層は、通水直後の融雪出水やその後 2 度にわたる大規模洪水などによって砂州の浸食と撹乱を繰り返し、河床形状が大きく変化していた時期に形成されたものであるため、細流分が洗い流され砂礫質になったものと考えられる。

また、この砂礫層の上に堆積した砂層についても同様にその形成時期を特定すると、As-g, As-p, As-m2 の下から 3 層は、2006 年の融雪出水および同年 10 月の大規模洪水によるもので、その上の As-m1 は 2007 年の融雪出水、さらに最上層の As 層は 2009 年の大規模洪水によるものとそれぞれ推定された。各砂層の粒度分布が生起時期によって変化する理由は特定できなかったが、少なくとも砂礫層と砂層の境界は明確に存在し、形成された砂礫質の砂州上に砂質土の堆積が始まる時期は、植生が砂州上に侵入し生長を始めた時期（2004 年 8 月）と概ね一致することがわかった。

図–5 に示す写真は、**図–3** に示す砂層および砂礫層の断面を川側から撮影したものである。写真からもわかるように、各層は目視でも容易に判断できるほどの明確な違いを有していた。



図–6 ヤナギの生長と土砂堆積



図–7 ヤナギ生長過程（$Site1$）

(4) 植生調査

最後に、**図–1** の四角で示した箇所における植生調査結果について述べる。**図–6** の丸点は $Site1$ の調査プロット（$2m \times 2m$）計 3 箇所で計測された全てのヤナギについて、その平均樹高を算出した結果である。なお、2004 年〜2007 年の間は植生調査が行われていないため、この期間は**図–7** に示す現地撮影写真と 2008 年〜2010 年の値をもとに推定した。

先に述べたように $Site1$ において、ヤナギの本格的な生長が始まった時期は、砂州上に砂質土の堆積が始まった 2004 年 8 月頃であることから、この図はこの時期を起点とし、標高についても同様に、礫質層と砂層の境界にあたる 2004 年 8 月の砂州の平均標高を基準面として表示している。よって、図中の四角点は、各年の砂州の平均標高をもとにした、基準面からの平均土砂堆積厚を表している。

また、図中のヤナギの模式図は同じく図中に示す樹根調査結果と、**図–7** に示す、各年に撮影された $Site1$ の植生生育状況の写真を参考に、ヤナギの生長過程をイメージしたものである。樹根調査の結果から、調査プロット内の平均的な樹高のヤナギは、図に示すように、砂礫層と砂層の境界付近に根の末端があり、下流側に倒れ込むような形で根が伸びている場合が多いことがわかった。これは、出水時、流れの影響によって倒伏したヤナギの上に土砂が堆積し、埋没して地下茎となった部分がやがて不定根となり、堆積した層の地表付近で新たな芽・根を伸ばすという一連の過程を、出水による土砂堆積を受けるごとに繰り返してきたためであると推察された。

(5) まとめ

以上、植生侵入が砂州形成過程に与える影響について、以下に結論をまとめる。

- 植生の生長が未熟である場合は大規模出水によって容易に砂州は浸食され植生は定着しない。
- 植生の生長は砂州表面の被覆効果を高めて浸食作用を抑制するとともに、出水時、植生域内の流速を弱めて掃流力を低下させ、土砂堆積（砂質土）を誘発している可能性が示唆された。
- 出水時、流れの影響によって倒伏し、その上に土砂が堆積した場合でも、埋没して地下茎となった部分はやがて不定根となり、堆積した層の地表付近で新たな芽・根を伸ばし生長を続ける。
- 植生の生長に伴って砂州表面の平均標高は年々増加傾向を示す。

参考文献

1) 山本昌慧, 渡邊康玄, 安田浩保:標津川蛇行復元試験地における砂州の形成と樹木の生育特性, 土木学会北海道支部論文集 2008, 第 65 号,2009.