

生態的・空間的關係をとらえるための地図の活用

— 高等学校におけるアムール川流域－親潮域の地理学習の例 —

中村洋介*

Using Maps on the Ecological and Spatial Relationships: An Example of a Geography Lesson on the Amur River Basin-Oyashio Sea Area in a High School

NAKAMURA Yosuke

地理の技能として中村和郎は二つのアプローチがあることを指摘した。それは、自然と人間活動の諸要素が複雑に関係し合うシステムを統合的にとらえるアプローチと、場所や地域の特性から他の場所や地域との関係をとらえるアプローチである。地理教育では、地域の生態系についての空間秩序を示す手法を学習に取り入れることが課題として挙げられる。そこで、高校地理の授業において、アムール川流域と親潮海域を生態学的に関係づけた白岩孝行らの研究をもとに、要素間の関係を示す生態的關係と場所の関係を示す空間的關係を認識させ、その図式を地図上に描かせた。さらに、流域の開発が生じた場合にそれらのシステムがどのように変化するかを予測させた。学習者には、流域と海域の要素間の関係を生態的に示すだけでなく、その要素が分布する実際の空間的な位置と関係を示させた。本稿ではその図式を「生態・空間関係図」とした。

学習者による「生態・空間関係図」とシステムの変化を予測した説明を分析した結果、「生態・空間関係図」の評価が高いと、「予測の説明」の評価も高くなる傾向にあった。「生態・空間関係図」を描けていない学習者は、「予測の説明」に困難を生じていると考えられる。漁業資源の増減に影響するという可能性について、多くの要素からなる多構造で説明できた学習者は、流域と海域の「生態・空間関係図」を綿密に描いていた。「生態・空間関係図」は、地理空間情報を認識するツールとしての効果が期待され、地理歴史科・地理探究に設けられた「生態系」の学習などでの活用が考えられる。

キーワード：地理教育、流域、海域、システム思考、変化の予測、生態・空間関係図
Keywords: geography education, watershed, sea area, system thinking, predicting change, network diagram of eco-spatial interrelations

I. はじめに

1. 地理教育における生態的・空間的關係

高等学校では、2022年度の入学者から新しい学習指導要領（文部科学省 2018）が適用されている。ここでは、地理的見方・考え方として、「位置や分布」、「場所」、「人間と自然環境との相互依存関係」、「空間的相互依存作用」、「地域」の5つが挙げられている。この地理的見方・考え方は、国際地理学連合（IGU）の地理教育委員会（CGE）が1992年に地理教育の振興を目指して提唱された「地理教育国際憲章」に書かれている（国際地理学連合・地理教育委員会編 1993）。その憲章では、地理教育が市民性

*駒澤大学文学部地理学教室 非常勤講師

の育成に不可欠なこと、学習方法として探究的な学習方法が必要であることを勧告し、上述の5つの地理学の中心概念が採用された。

5つの地理的見方・考え方のうち「人間と自然環境との相互依存関係」と「空間的相互依存作用」に焦点を当てると、中村和郎の指摘が注目される。中村(1979, 1986)は、大気現象の中に空間システムを見出すことができ、気候の地域構造的な理解を可能にすると指摘した。具体的には、低緯度地域のハドレー循環系と中緯度のロスビー循環系に関わる亜熱帯高圧帯の西縁と東縁それぞれの気候的特徴について、季節的な南北移動をふまえながら、世界の気候を大きく6つに区分した。これは、地理学的な諸現象が地域区分された場合に、機能的な関係を通じて空間的構造を示すようなシステムの例である。中村(1979)は、このように空間的次元で影響を与え合うシステムを空間システムと呼び、場所ごとに異なったものが実際の空間上で結びつくと考えた。要するに、地域には生態系があるが、空間的次元においても機能関係に結ばれた諸部分からなるシステムとしての構造があることを示した。中村和郎は、システムには地域内の要素間の生態的關係となる「たてのシステム」と、それぞれの地域の間空間的關係となる「よこのシステム」があることを述べた。

中村(1988, 1991, 2005)によれば、異種の地形間の機能的な関係についても、たとえば、プレートテクトニクスを背景にした「島弧海溝系」は地球の各地に共通する地域構造であり、地形にも空間システムが反映される例としている。プレートテクトニクスの一連の現象は地図によっても理解されることから、地図は地表の諸部分が相互にどのように関連し合うのか、その配列に規則性があるのかを示す手段として有効で、地域の生態系についての空間秩序を示す手段としても使うことが可能であるとしている。

中村和郎は、このような生態的、空間的な地理学的見方・考え方を地理教育に反映させることができるという。中村(2004)は、地理教育における地理の技能には諸要素が複雑に関係し合うシステムとして自然と人間活動の関係を統合的にとらえるアプローチと、場所や地域の特性から他の場所や地域との関係をとらえるアプローチがあると指摘する。中村(2009)は、地理教育のもつ固有の学びとして、場所による違いの発見とその原因を探る学びがあることを指摘し、場所による違いの原因を探究する方法として、生態系を諸要素の関係ととらえ、気候、水、土壌、生物、人間の複雑な諸関係を物質とエネルギーの循環の観点から説明する方法があることを指摘した。とくに川の流域は、上流・中流・下流という異質な空間が、物質とエネルギーの流れによる水平的な関係で結びつけられている空間システムであるという指摘が注目される。中村(2005)は、諸部分が相互にどのように関連し合うのか、その配列に規則性があるのかを示す手段があり、地図を例に地域の生態系についての空間秩序を示す手段もあるとも指摘した。

梅村(2012, 2019)、梅村・阪上(2021)の研究によると、2007年にIGU・CGEから公表されたルツェルン宣言に、ESDの一環としてシステムアプローチの学習が提起されているという。ルツェルン宣言では、様々な要因が相互に作用しながら構成されている地球システムと人間システムをサブシステムとしてとらえ、それぞれの間で情報、物質、エネルギーが交換されるとするシステム思考が示された。このような地理教育の世界的潮流を背景に、日本国内でもシステム思考を活用した地理教育実践が行われるようになったが(山本ほか 2021)、志村(2016)が指摘するように、事象のつながりを示すウェビングマップの状態のみでは、空間的次元を示す取り組みに限界がみられる。中村和郎が指摘するような、地域の生態系についての空間秩序を示す手段を地理の授業に取り入れることは地理教育の課題である。

2. 流域・海域の生態系と本稿の目的

中学校の社会科地理的分野では日本の自然環境として日本列島周辺のおもな海流について学ぶ。教科

書には、暖流と寒流の接触面が潮目（潮境）と呼ばれ、その代表例である親潮と黒潮の潮目ではプランクトンが発生して好漁場となることが記載されている。1950年代には、両海流の前線となる潮目で植物プランクトンが発生すること（今 1953）、潮目では親潮の冷水が黒潮の暖水を表層まで持ち上げること（川崎・永沼 1959）が明らかにされている。とくにカツオは暖流域から移動して、夏季に東北地方の太平洋沖合の漁場に集まること、宮城県の気仙沼港がカツオの日本最大の取り扱い港であることがよく知られる。

2000年代になって、白岩（2011a,b）は、ロシア極東のアムール川流域の溶存鉄が知床や親潮の海域に到達し、それらの海域では植物プランクトンから続く食物連鎖によって生物多様性が生まれる構造があることを明らかにした。白岩によれば次のようなプロセスで親潮域に溶存鉄が流下するという。1）アムール川流域の湿地でつくられた溶存鉄が周辺の森林からのフルボ酸と結びつくことでアムール川の河口まで輸送される。2）河口周辺で海水が形成される際、海水の直下において海水の鉛直方向の循環が生まれる。3）その流水によって河口の溶存鉄は知床や千島列島、さらに親潮域まで輸送される。4）溶存鉄とフルボ酸を多く含む親潮は南下して、黒潮と収束して植物プランクトンが高い密度で発生する海域を形成する。白岩は、このようにして漁業資源を育むアムール川流域は大きな「魚附林」であると表現している。白岩の研究は、陸の流域と海域を結びつけた巨大な地生態系を明らかにした例である。このような陸域と海域からなる地生態系の空間システムは、流域が開発された場合、安定していた地生態系が崩れる可能性を持つ。アムール川の流域のひとつである、中国東北部の三江平原では、流域の湿原が水田開発で減少したことが報告されている（春山ほか 2009；柿澤ほか 2009）。

流域の森林や土壌からは、結合したフルボ酸と鉄、その他の栄養塩が川を通じて海へ運ばれて、それらが沿岸の植物プランクトンや海藻に摂取され、最終的に魚を育てる（松永 1993）。田中（2013）は、干潟の開発など陸域の開発によって、沿岸性魚類の稚魚が育つ浅海域が失われ、森と海の分断が進行していることから、上流の森林域を含む陸域と海域の生態系間の再生を目的として、森里海連環学を提唱している。また、宮城県の気仙沼では、1960年代から1970年代にかけて、養殖による牡蠣や海苔の生産量が赤潮によって大きく減少したことを受け、「森は海の恋人」という標語のもとで、流域の植林などの森林整備の活動が行われていることが知られる（畠山 2011）。その活動は高等学校の地理の副読本にも掲載されている（帝国書院編集部 2020：125）。以上のような流域と海域をつなぐ大きな生態系をとらえることは、自然のしくみの理解としてだけでなく、日本の漁業資源管理のあり方を考えるうえでも重要で、とくに、要素間の関係とそれらの空間的な位置関係を認識させる役割は地理教育が担うべきものであろう。

アムール川流域と親潮域の漁業資源とを関係づけた新たな研究動向をふまえて、高校生を対象に、要素間の関係を示す生態的關係と場所の関係を示す空間的關係を合わせて認識することを目的とし、さらに、流域の開発が生じた場合にそれらのシステムがどのように変化するのか予測する授業を行った。本稿では、その授業実践を報告し、学習者が描いた地図と予測した説明文から、生態的、空間的關係をとられる学習の効果を分析する。

II. 実践の概要

本実践事例は、公文国際学園高等部（横浜市）の2年生を対象にした地理Aの授業において、2017年1月から2月に4クラス（1クラスあたり42人）で実践した。授業の1時間は60分である。

授業実践は「ロシアの生活文化」を単元として、とくに日本とロシアのつながりに焦点を当て、3時

間を充当した(表1)。本実践では、第1時にロシアの寒冷な自然環境、人口の偏在、農業地域や鉱産資源分布を扱ったうえで、本実践の中心である第2、3時に日本とその北方周辺海域の漁業資源を授業の主題とした。授業では、4人の学習者で構成される学習班で作業した。

第2時の最初に、教師から、北西太平洋に位置する日本列島の太平洋沖の漁獲量がなぜ世界の中でも多いのか、という第2、3時の基軸となる問いを発問した。世界の漁獲量が多い海域を資料から調べさせてワークシートの白地図に記入させ、日本周辺で漁獲量が多い海域を資料から答えさせた。問いについて、多くの学習者が中学校の地理的分野で学習している「潮目」と回答したところで、上述の白岩の研究が紹介された市販の『NHKスペシャル 日本列島奇跡の大自然(第2集)』の映像の一部を視聴した。その映像から、アムール川の流域から流れ出る溶存鉄が海水による海水循環を経て、親潮の海域まで到達して南下し、そこで植物プランクトンが発生して食物連鎖による海洋生物の多様性が生まれていることを学習した。

第3時には、日本列島周辺の白地図が載るワークシートを配付し、白地図に基本的な地名を記入したうえで、なぜ北西太平洋の親潮域の漁獲量が多いのか、白地図にコメント付きで関係図を記載させた。その作業が終了しそうな時期をみて、アムール川の開発が進行したらどのようなようになるか予測を立てさ

表1 単元構成と学習展開

時	おもな学習活動
第1時	<ul style="list-style-type: none"> ・導入として、地球温暖化と森林火災によってシベリアの永久凍土の融解が進行することを報じたニュース番組を視聴する。 ・ロシアのイメージを学習班で話し合い発表する。 ・ロシアの民族分布から人口希薄地域の場所、スラブ民族が分布する場所の特徴について、地図帳などの主題図などを根拠に理由を考える。(永久凍土と植生、農業、工業地域の主題図、シベリア鉄道の位置) ・ロシアの1990年代後半以降の経済成長の理由を教科書などの資料をもとに考える。(旧ソ連解体前後の経済の低迷、原油・天然ガスなどの鉱産資源の輸出増加、日本との貿易)
第2時	<ul style="list-style-type: none"> ・世界の漁業資源が多い海域を資料から調べて地図に記入する。(資料：世界の海域別の統計資料) ・漁業資源が多い日本の海域と日本の魚介類の輸入国を資料から答える。(資料：日本の海域別漁獲量の図、日本の魚介類の輸入国) ・なぜ太平洋北西部に位置する日本列島の太平洋沖の海域で漁獲量が多いのかについて明らかにするために、『NHKスペシャル 日本列島奇跡の大自然(第2集)』のDVDの一部(約15分)を視聴する。 ・ワークシートの地図に、アムール川、おもな島、海域の地名について地図帳を見ながら記入する。
第3時	<ul style="list-style-type: none"> ・視聴した内容を地図上にコメント付きで示す(「生態・空間関係図」の作成)。 ・(解答を確認せずに)アムール川の開発が進行したらどうなるか、ワークシートに予測を説明する。(ワークシートの回収) ・アムール川流域の写真や資料などから、流域と海域の溶存鉄のフローを振り返り、流域の湿原や森林の開発が進行していることをスライドで確認する。漁業資源の減少につながれば食生活に大きな影響をおよぼす可能性があることを確認する。 ・オホーツク海の海水の分布範囲が縮小した場合、学習した流域と海域とシステムはどのように変化するか考える。(海水の分布とその経年変化を教師が解説する。)

せ、ワークシートに説明させた。その作業の後、ワークシートを回収した。第3時の後半で、溶存鉄の流出経路の概略を解説した後、前出のアムール川流域の開発が中国東北地方で進行していることとともに、オホーツク海の海水の結氷面積が近年の間に縮小していることを示した。その縮小が続くとどうなるかと発問して、気象庁のホームページから得られた5日間隔の海水の分布と平年の分布をアニメーションで示しながら、海洋循環が弱まる可能性を確認した。

Ⅲ. 「生態・空間関係図」と「予測の説明」からの分析

学習者は、日本列島の北東方周辺の海域とアムール川の流域を示した白地図に、北西太平洋の親潮域で漁獲量が多い理由を関係図の図式で説明した。その図式には、流域と海域に、要素間の関係を生態的に示すだけでなく、その要素が分布する実際の空間的な位置と関係を示す。そこで、学習者が作成したこの図式を「生態・空間関係図」と呼ぶことにする。学習者の作成した「生態・空間関係図」を、表2に示した評価規準したがって4段階で評価した。最高の評価4は、上述のアムール川流域から親潮域に流れる溶存鉄のフローをコメント付きで地図上に示している図式である。評価3はそのフローのうち、たとえば、海水、プランクトン、親潮、湿原などの重要要素が1つから2つが不足している図式である。なお、重要要素のうち、アムール川の流域については、アムール川が中流または上流まで地図上に示されていれば流域を示しているものとして扱った。評価2は重要要素のうち3つ以上が不足している図式である。評価1は重要要素の不足とともに、フローを示していない図である。地名などの場所の間違いについてはほとんどなかったため、場所の間違いは評価の対象としなかった。4クラスのうち、記録を取ることができた2クラス(A組、C組)の評価別の人数を表3に示す。2クラスとも同じような傾

表2 「生態・空間関係図」の評価規準

評価4	アムール川流域から親潮域に流れる溶存鉄のフローの重要要素*がコメント付きで地図上に示されている。
評価3	アムール川流域から親潮域に流れる溶存鉄のフローがコメント付きで地図上に示されているが、重要要素のうち、1つから2つが不足している。
評価2	アムール川流域から親潮域に流れる溶存鉄のフローがコメント付きで地図上に示されているが、重要要素のうち、3つ以上が不足している。
評価1	重要要素、重要な場所の不足とともに、アムール川流域から親潮域に流れる溶存鉄のフローが示されていない。

*重要要素：海水(流氷)、プランクトン、親潮、湿原など

表3 「生態・空間関係図」の評価別の学習者数

A組 (40人)		C組 (42人)	
評価4	19	評価4	21
評価3	12	評価3	14
評価2	5	評価2	6
評価1	4	評価1	1

(人)

向の評価分布で、全体では評価4の学習者が40人(49%)を占め、評価2と評価1の学習者が16人(20%)となった。この2クラス82人を対象に分析していく。

評価4となった例として学習者Aの「生態・空間関係図」を図1に示す。この図式には、アムール川流域の湿地から溶存鉄が流出して河口に運ばれること、河口周辺の流水によって海水循環が生まれることで親潮域まで溶存鉄が運ばれること、親潮と北上する黒潮との潮目の周辺で植物プランクトンが発生して魚が集まっていること、そしてこれらの関係が溶存鉄のフローで結ばれていることが示されている。評価3となった例として学習者Bの「生態・空間関係図」を図2に示す。この図式は、上述のフローのうち、流水と漁業や海洋生物の多様性についての記述が不足している。また、フローや要素は描かれているが、評価4と比べて全体的に説明が不足している。評価2となった例として学習者Cの「生態・空間関係図」を図3に示す。この図式には、アムール川に溶存鉄が流れていることは示されているが、それが親潮域まで流れることは明瞭ではなく、オホーツク海の海水や親潮域における海洋生物または漁業資源への影響が反映されていない。評価1となった例として学習者Dの「生態・空間関係図」を図4に示す。評価2から4の図と比べて、要素やフローがほとんど描かれていない。

学習者は「生態・空間関係図」を描いた後、アムール川流域で開発が進んだ場合の予測を行った。予測の説明文を表4の評価規準にしたがって4段階で評価した。最高の評価4は、溶存鉄のフローの変化により、プランクトンの減少または海洋生物の多様性の劣化や漁業資源の減少が生じる可能性について予測した説明である。評価3は、開発が汚染水の流出を発生させ、溶存鉄の流下フローにしたがって、最終的にプランクトンの減少または海洋生物の多様性の劣化や漁業資源の減少が生じる可能性について予測した説明である。本学習では溶存鉄のフローを主題としたため、汚染水による影響の可能性については、論拠となる科学的資料が得られていないことから評価3とした。評価2は、フローにしたがった説明が不足しており、流域の溶存鉄の減少について、または海域における海洋生物の多様性の劣化や漁

学習者A

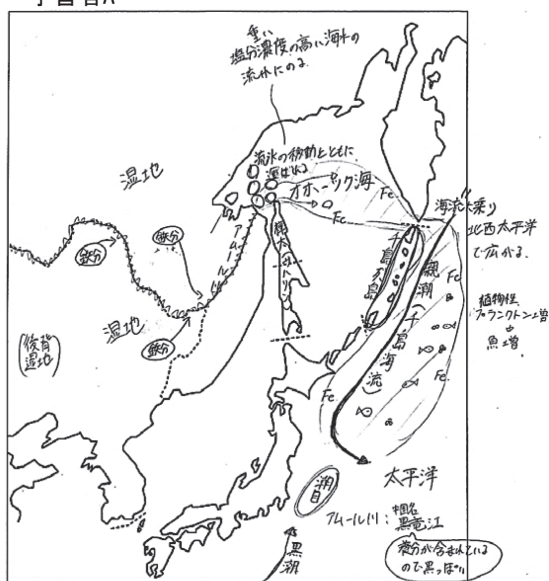


図1 評価4の「生態・空間関係図」の例

学習者B

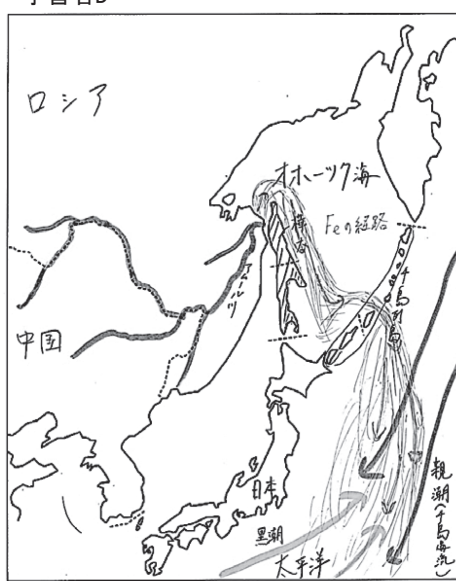


図2 評価3の「生態・空間関係図」の例

学習者C

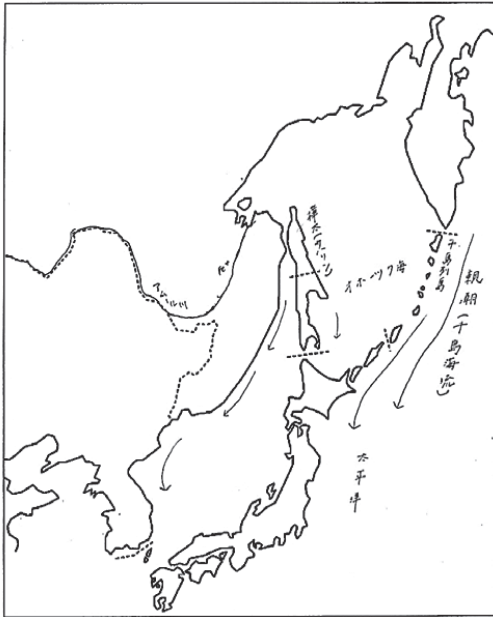


図3 評価2の「生態・空間関係図」の例

学習者D

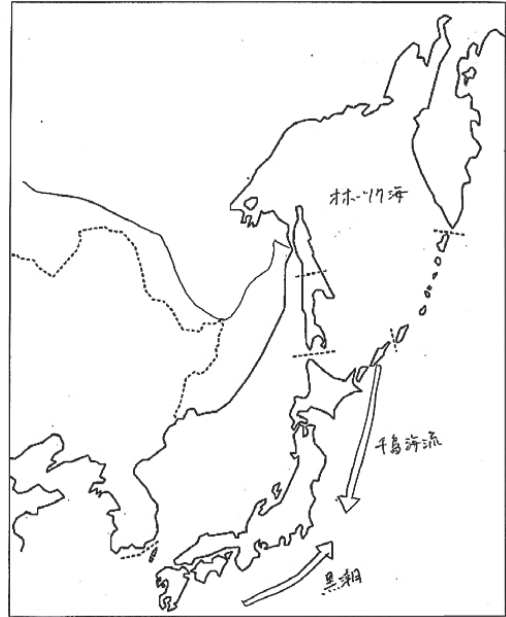


図4 評価1の「生態・空間関係図」の例

表4 「予想の説明」の評価規準

評価4	流域から海域に流れる溶存鉄のフローの変化により、プランクトンの減少または海洋生物の多様性の劣化や漁業資源の減少について予測している。
評価3	流域の汚染水が溶存鉄のフローにしたがって流れ、プランクトンの減少または海洋生物の多様性の劣化や漁業資源の減少について予測している。
評価2	流域の溶存鉄の減少について予測している。または、海域におけるプランクトンの減少あるいは海洋生物の多様性の劣化や漁業資源の減少について予測している。
評価1	変化について具体的な説明が不足している。または、説明内容の多くが誤っているか未記入である。

業資源の減少について、いずれか一方のみの予測となっている場合の評価である。評価1は、明らかな誤りや未記入が該当する。評価の結果について、同じ2クラスの評価別の人数を表5に示す。2クラスとも同じような傾向の評価分布で、全体では評価4の学習者が37人(45%)を占め、評価2の学習者が19人(23%)、評価1の学習者が17人(21%)となった。

学習者が予測した説明文について、評価1から評価4の例を表6に示す。評価4の学習者Eは、流域の湿地から海域のプランクトンと魚までの溶存鉄のフローの変化とともに、自分たちの食生活の変化ともつなげた予測を行った。自分たちの食生活への影響について触れた予測は学習者82人のうちの3人(4%)であった。学習者Fは同じ評価4であるが、溶存鉄の流下と漁場の二つの要素を一つの関係で結びつけた構造(以下、単構造という)、あるいは中間項を省略した形の予測である。一方で、学習者E

表5 「予測の説明」の評価別の学習者数

A組 (40人)		C組 (42人)	
評価4	18	評価4	19
評価3	5	評価3	4
評価2	9	評価2	10
評価1	8	評価1	9

(人)

表6 アムール川の流域で開発が進んだ場合の「予測の説明」の例

学習者E	評価4	鉄分を生産する湿地がなくなってしまうと日本付近に流されていた鉄分もなくなってしまう、プランクトンの量が減少する。そうするとプランクトンをエサにしている魚たちも減ってしまい、漁業をして生活している人たちは大打撃を受ける。また、魚の値段もあがることも考えられ、私たちの生活にも影響を及ぼすと考えられる。
学習者F	評価4	Fe (鉄) が川に流れなくなり、漁場が豊かではなくなる。
学習者G	評価3	開発されて工場が出来たりしたら水が汚染されて汚くなって魚が集まらなくなってしまう。
学習者H	評価2	プランクトンが発生しなくなって漁獲量が減る。
学習者I	評価1	鉄分が流れてくる。

表7 「生態・空間関係図」評価に対する「予測の説明」の評価(実人数)

生態・空間関係図 \ 予測の説明	予測の説明			
	評価4 (37人)	評価3 (9人)	評価2 (19人)	評価1 (17人)
評価4 (40人)	23	6	9	2
評価3 (26人)	10	3	5	8
評価2 (11人)	4	0	4	3
評価1 (5人)	0	0	1	4

対象の学習者は82人。(人)

は多くの要素を直列的な構造(以下、多構造という)として関係づけた予測である。

学習者の「生態・空間関係図」の評価分布に対する「予測の説明」の評価分布を分析した。表7はその評価分布の相関を示している、たとえば、「生態・空間関係図」の評価4の学習者のうち、「予測の説明」の評価4が23人、評価3が6人、評価2が9人である。この表を割合に直したものが表8である。2つの評価の組み合わせで学習者数をもっとも多いのは、「生態・空間関係図」、「予測の説明」が両者とも評価4の23人で、全体82人の28%である。「生態・空間関係図」の評価が低くなるほど、「予測の説明」の評価も低くなる傾向がみられる。「予測の説明」の評価1と評価2の学習者を合わせた割合は、「生態・空間関係図」の評価が高いグループほど小さくなる。すなわち、「生態・空間関係図」の評

表8 「生態・空間関係図」評価に対する「予測の説明」の評価(割合)

生態・空間関係図 \ 予測の説明	評価4	評価3	評価2	評価1	計	評価1+評価2
評価4	57.5	15	22.5	5	100	28
評価3	38.5	11.5	19.2	30.8	100	50
評価2	36.4	0	36.4	27.3	100	64
評価1	0	0	20	80	100	100

「評価1+評価2」の値は四捨五入。(%)

表9 「予測説明」評価4の学習者における「生態・空間関係図」の評価別・説明型別学習者数と説明に「湿原」を記載した学習者数

	学習者数	予測の説明に「湿原」を記載した学習者数
「生態・空間関係図」の評価4		
I型(単構造)	7	1
II型(多構造)	16	12
「生態・空間関係図」の評価3		
I型(単構造)	9	3
II型(多構造)	1	1
「生態・空間関係図」の評価2		
I型(単構造)	3	0
II型(多構造)	1	0

「予測説明」の評価4の学習者は37人。(人)

評価が高いと、「予測の説明」の評価も高くなる傾向にある。「生態・空間関係図」が描けていないと学習者は、「予測の説明」にも困難を生じていると考えられる。

「予測の説明」が評価4であった37人の学習者を対象に、その「予測の説明」をI型とII型に分類した。I型とは、表6の学習者Fのように、「Fe(鉄)」と「漁場」の二つの要素を単構造により関係づけた説明である。II型とは、学習者Eのように、「湿地」、「プランクトン」、「魚」、「漁業」、「私たちの生活」の三つ以上の要素を多構造で関係づけた、より詳しい説明である。「生態・空間関係図」の評価ごとに説明型を分類した結果を表9に示す。「生態・空間関係図」が評価4の学習者は「予測の説明」をII型の多構造で説明している学習者がI型の単構造で説明している学習者より多いのに対して、評価3や評価2になるとI型の単構造の説明が多くなった。

本実践の流域-海域系の中で重要な場所となるのは、溶存鉄が多く存在するアムール川流域の「湿原」である。「予測の説明」が評価4の学習者の中で、予測の説明文中に「湿原」を記載している学習者数を数えたところ、「生態・空間関係図」が評価4のうちII型の多構造で説明した学習者は16人の中の12人であった(表9)。一方で、「生態・空間関係図」が評価4であっても、I型の単構造で説明した学習者の場合、あるいは評価3、評価2の学習者の場合、「湿原」を記載していない説明が多かった。アムール川の流域の「湿原」から流出する溶存鉄が、親潮の海域まで移動し、そこでの漁業資源の増減に影響するという可能性を連鎖系で説明できる学習者は、流域と海域の「生態・空間関係図」を綿密に描いているといえる。

IV. 流域の「生態・空間関係図」の学習に向けた検討

日本列島の太平洋沖の漁業資源に、大陸部の流域と海域のつながりが影響しているという最近の地理学の研究成果を、高等学校地理の授業に取り入れ、その陸域と海域のシステムについて生態的、空間的な思考でとらえる実践を行った。学習者は、要素間、場所間の関係について地図上に生態的、空間的システムとして図式で描いた。これは一種の主題図であるが、ここではその図式をとくに「生態・空間関係図」と呼んだ。知識として重要なのは、アムール川流域に広がる湿地と日本列島の太平洋沖の漁場が溶存鉄のフローでつながっているという空間的な認識である。その空間的な関係性はウェビングマップ式の図式では示すことができないが、地図上の「生態・空間関係図」では、地理空間情報の認識として示される。

V字谷の侵食地形から沿岸の砂州や砂浜などの堆積地形の関係について、中村（2017）は地形系として学習者にとらえさせる実践を行い、地形系の概念の中でダムなどの構造物ができたとした場合の仮定に基づいて、地形の変化を予測させる学習を取り入れた。その実践では地形系の概念の中の仮定に基づいた予測であるが、本実践では、実際の場所における現実空間の変化をもとに予測する学習となった。この点は予測の目的にも関わる点であり、予測について自然のしくみを理解するためのものにとどめず、問題に向き合うための判断基準とするために、自分とのかかわりについて考察を深める糸口が与えられることになる。

学習者の図式の中で、日本近海の漁業資源に触れている図は多いが、その漁業資源が反映する自らの食生活の変化に影響がおよぶ可能性について触れている予測は4%と、極めて少なかった。自分との関係に触れている予測が少なかったことは、環境の変化が自分の食生活におよぶという認識に乏しかったことを示している。学習者の生活とのつながりについては、授業後半の振り返りで、自分の食生活には関係ないことなのかという食料システムについても問う必要がある。実際の要素と場所の関係の中で、自分とのつながりを示すことが今後の重要な課題である。

本章の実践では、直列的な連鎖の形をとる生態的、空間的關係を扱ったが、アムール川流域に隣接するモンゴル高原東部などの乾燥地域から供給される黄砂の鉄分もプランクトンの発生につながるということが指摘されている（岩坂 2006；白岩 2011b）。その関係を学習に取り入れた場合、学習者がより複合的な生態的、空間的關係を地図に表現することもできるだろう。図5は、学習者が作成することを想定して、アムール川流域－親潮域の学習で示した溶存鉄の生産－供給系の「生態・空間関係図」に、黄砂による鉄分の生産－供給系の関係と、学習者が消費者として関わるシステムを描き加えたものである。このような複合的な関係を示すフローを白地図上に描かせることも期待できる。

本実践では、連鎖して影響がおよぶ環境の変化について予測する場合に、「生態・空間関係図」が有効である可能性が示唆された。漁業資源を重要な食料源とする日本にとって、自然と人間の要素が安定して結びついてきた漁業資源のシステムが、開発や自然環境の変動などによってシステムが変化するという課題に気づくことが重要である。

高等学校では2023年度から地理歴史科の新科目「地理探究」が始まる。学習指導要領では、大項目「現代世界の系統地理的考察」の中項目「自然環境」の内容に、知識として「地形、気候、生態系などに関わる諸事象をもとに、それらの事象の空間的な規則性、傾向性や、地球環境問題の現状や要因、解決に向けた取組などについて理解すること」、思考力、判断力、表現力として「地形、気候、生態系などに関わる諸事象について、場所の特徴や自然及び社会的条件との関わりなどに着目して、主題を設定し、それらの事象の空間的な規則性、傾向性や、関連する地球的課題の要因や動向などを多面的・多角

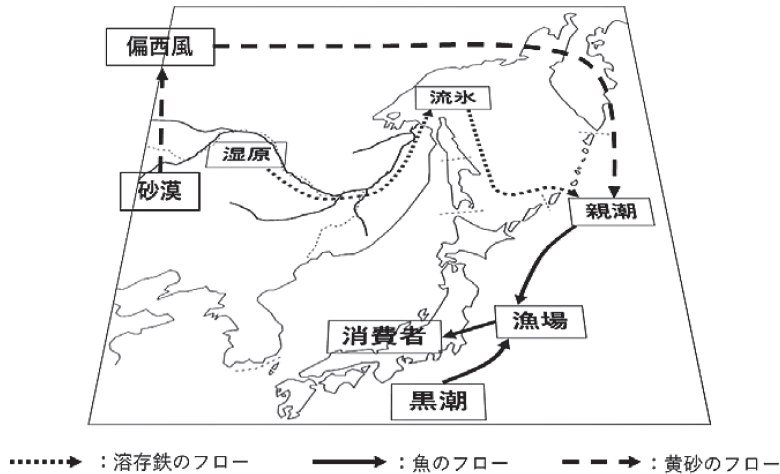


図5 アムール川流域－親潮域を複合的な関係でとらえた場合の「生態・空間関係図」
白岩 (2011b) を参考に描いた。

的に考察し、表現すること」と述べられている(文部科学省 2018)。その内容のうちの「生態系」を主題に置いて、「自然及び社会条件との関わり」、「空間的な規則性、傾向性」と、それらが連鎖するシステムの課題について、「生態・空間関係図」を描かせて気づかせる学習が期待される。

また、流域の上流から海域に向かって展開する図式をもとに、システムのプロセスを他の学習者に説明するような対話的な作業を取り入れることで、十分な理解に至らなかった学習者にも、影響が連鎖的に波及するような生態系の特性に基づいた予測を促すことも求められる。

謝辞

駒澤大学名誉教授の佐藤哲夫先生には粗稿を読んでいただくなど、多くのご指導、ご助言を賜った。記して御礼申し上げます。

2022年6月に逝去された駒澤大学名誉教授の中村和郎先生には地理的見方・考え方についてご指導いただいた。先生は地理教育の重要性を常に指摘され、先生からは多くの温かい励ましの言葉をいただいた。中村和郎先生のこれまでのご指導に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 岩坂泰信 2006. 『黄砂—その謎を追う—』 紀伊國屋書店.
- 梅村松秀 2012. IGU/CGE が提起する 21 世紀地理教育のパラダイム—「人間—地球」エコシステム—. 泉 貴久・梅村松秀・福島義和・池下 誠編『社会参画の授業づくり—持続可能な社会に向けて—』 古今書院：122-128.
- 梅村松秀 2019. 「持続可能な開発のための地理教育に関するルツェルン宣言」の再読—「人間—地球」エコシステムが提起すること—. 地理科学, 74-3：116-126.
- 梅村松秀・阪上弘彬 2021. 国際地理学連合・地理教育委員会とユネスコの指針にみるシステムの考え方. 山本 隆太ほか・地理教育システムアプローチ研究会編『システム思考で地理を学ぶ—持続可能な社会づくりのための授業プラン—』 古今書院：107-113.
- 柿澤宏昭・山根正伸・朴 紅 2009. アムール流域の森林利用と農業開発. 地理, 54-12：47-51.

- 川崎 健・永沼 璋 1959. 日本近海のカツオ竿釣漁業における漁況の変動について(3). 東北海区水産研究所研究報告 13 : 79-94.
- 国際地理学連合・地理教育委員会編, 中山修一訳 1993. 地理教育国際憲章—1992年8月制定—. 地理科学, 48-3 : 104-119.
- 今 久則 1953. 東北海区の植物性プランクトンの分布(昭和26年10月~11月). 日本海洋学会誌, 9-2 : 109-114.
- 志村 喬 2016. 教員養成・市民育成からみた高校「地理」の必要性—地理総合への期待—. 地図情報, 35-4 : 12-15.
- 白岩孝行 2011a. アムール川からオホーツク海・親潮へ至る鉄の道の発見. NHKスペシャル「日本列島プロジェクト」編『NHKスペシャル日本列島奇跡の大自然』NHK出版 : 132-135.
- 白岩孝行 2011b. 『魚附林の地球環境学—親潮・オホーツク海を育むアムール川—』昭和堂.
- 田中 克 2013. 里海を森里海連環学より概観する. 日本水産学会誌 79-6 : 1037-1040.
- 帝国書院編集部編 2020. 『新詳地理資料COMPLETE2020』帝国書院.
- 中村和郎 1979. 空間の秩序とその認識. 理論地理学ノート 1 : 1-17.
- 中村和郎 1986. 空間のシステムとしての地域. 中村和郎・岩田修二編『地誌学を考える』古今書院 : 1-15.
- 中村和郎 1988. 地理学にとって地図はなぜ必要か. 中村和郎・高橋伸夫『地理学への招待』古今書院 : 1-21.
- 中村和郎 1991. 自然現象の中の空間的秩序. 中村和郎・手塚 章・石井英也『地域と景観』古今書院 : 16-41.
- 中村和郎 1997. 近代地理学の成立と主題図. 中村和郎編『地理学「知」の冒険』古今書院 : 1-16.
- 中村和郎 2004. 地理学, 地理教育と地理的技能. 地理科学 59-3 : 171-175.
- 中村和郎 2005. 地図からの発想. 中村和郎編『地図からの発想』古今書院 : 6-21.
- 中村和郎 2009. 児童・生徒の地理意識. 中村和郎・高橋伸夫・谷内 達・犬井 正編『地理教育の目的と役割』古今書院 : 25-51.
- 中村洋介 2017. 「地形系」からとらえる平野・海岸地形の学習—高等学校地理の参加型学習を通じたESD—. 新地理, 64-3 : 1-15.
- 畠山重篤 2011. 森は海の恋人. 京都大学フィールド科学教育センター編『改訂増補 森里海連環学—森から海までの統合的管理を目指して—』京都大学学術出版会 : 223-243.
- 春山成子・近藤昭彦・室岡端恵 2009. アムール川流域の土地利用変化とインパクト. 地理, 54-12 : 40-46.
- 松永勝彦 1993. 『森が消えれば海も死ぬ—陸と海を結ぶ生態学—』講談社.
- 文部科学省 2018. 『高等学校学習指導要領(平成30年告示)』文部科学省.
- 山本隆太・阪上弘彬・泉 貴久・梅村松秀・河合豊明・中村洋介・宮崎沙織・地理教育システムアプローチ研究会編 2021. 『システム思考で地理を学ぶ—持続可能な社会づくりのための授業プラン—』古今書院.