

阿摺川流域における山里の維持・保全を目指した土地利用と 利水期の河川流量および水質との関係

野 田 賢 司

1 はじめに

流域を流れる水は生物や人の生活を支える重要な資源である。人の営みも元来一つにまとまった流域が基盤である。流域社会が持続して発展するためには、この土地利用と人の諸活動に水環境を健全に保つ配慮が求められる。本研究は次の4つの視点を背景とする。第1は、生活経済の確保を課題とする山里住民からの視点である。この対応支援には住民による地域の維持管理活動を、環境保全、防災および社会・文化の継承・創造の面から客観的に評価されることが有効であろう⁽¹⁾。第2は、水源林、水質、防災、河川環境の管理を課題とする利水者の農民はじめ下流市民、河川管理行政および利水団体からの視点である。河川水を高度利用する流域において健全な水循環系を再生・保持するためには、河川の多機能・生態系サービスの定量的評価が鍵であろう⁽²⁾。土地の開発規制や水質汚濁防止施設等による汚濁負荷量の抑制・削減策はもとより、近年、河川に近自然工法を取り入れるなど改善技法が加えられているが、更に防災と一体となった生態系回復技術が求められている⁽³⁾。第3は、水産資源・漁場管理を課題とする漁民はじめ水産関係者からの視点である。以前は埋立による漁場の縮小や貧酸素水塊・赤潮の発生など環境悪化に問題があったが、最近では淡水と土砂の供給、栄養塩類の

供給、流木・塵芥の防止対策に関心が集中してきている⁽⁴⁾。内湾生態系の保全と水産資源の増殖を目指すためには、生産の場の管理だけでなく⁽⁵⁾、河川やその周辺の土地利用などを含めた環境管理が重要になっている⁽⁶⁾。河川の多機能をバランスさせるシステム構造の知見から生物多様性保全と生物資源の持続的利用の技術、社会システムを構築することが求められる。第4は、持続可能な流域づくり、生物多様性の保全、循環型社会の構築を課題とする広域的ステークホルダーからの視点である⁽⁷⁾。近年、多様な人が利用することで守られる「里川」⁽⁸⁾が提唱されたが、更に、個別の水環境における水と人の共生関係とともに流域の自然と人の共生関係を包括した「里水」⁽⁹⁾も提案されている。これらの概念は上記の各課題が身近な取組みに繋がるものであることを示唆している。

本研究はこのような視点をもって矢作川上流の山村地域の中から山里の維持・保全活動が見られる阿摺川流域を選定し、水文・水質、土地利用を調査した。そして現地調査から得られた水文・水質の特徴、土地利用の動態、およびそれら相互の関係を検討した。

2 調査方法

本研究は、対象流域を小流域区分した上で、現地調査によって各小流域の水文・水質と土

(2) 阿摺川流域における山里の維持・保全を目指した土地利用と利水期の河川流量および水質との関係

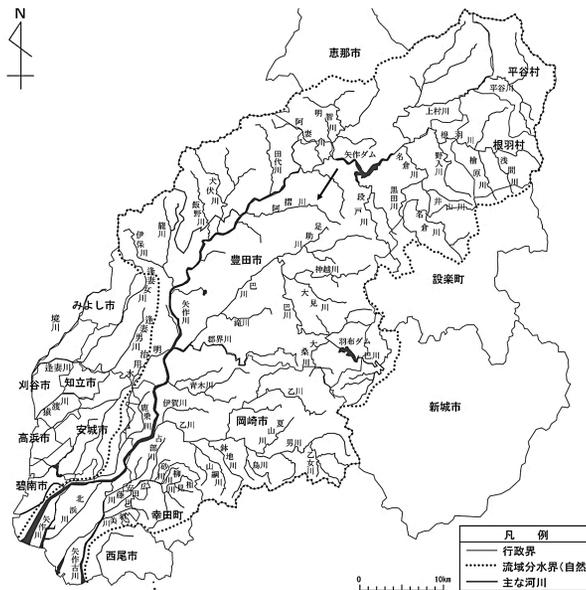


図1 阿摺川流域の位置 (矢印)

土地利用情報を収集した。得た水文・水質データは既存情報と比較することで矢作川流域での位置を確認した。土地利用データは、先ず地目別内容を定量分析することで、山村地域の住民の意識と行動が表出する土地利用動向とを把握した。次に人口密度や土地利用と水文・水質データとの相互関係を解析し、山村地域の土地利用による水環境の要素である水と物質の応答を検討した。

(1) 阿摺川流域の概要

矢作川流域における阿摺川の位置を図1に示す。阿摺川は矢作川左岸の一支川で、三河高原の中央に位置する。主流長は10.5kmの一級河川である⁽¹⁰⁾。三河高原は東高西低で、尾根や斜面が比較的なだらかな三段の浸食小起伏面を成し⁽¹¹⁾、小構造谷地形が発達する⁽¹²⁾。

本流は西ないし西南西方向に二段目の串原小起伏面の山稜で伊勢神峠南の山頂標高889.5m⁽¹³⁾に源を発し、線上構造の河川地形が特徴的である。殆どの支川は、三段目の低位面である三河小起伏面に源を発し、準平原を開析して本川に合流する。浅い谷底低地は

谷頭に向かって農地が蚕食状に開墾され、山麓の緩傾斜地や低平地に集落や道路がある。中流域は支谷が集まる盆地状で、谷中分水界も幾つか存在し、このような地形環境から三河高原の典型的な山村景観を呈している。なだらかな山容の一部はゴルフコースに利用されている。中・下流の本流沿いは河岸段丘が分布し、棚田状農地のある山村景観を呈し、集落間を県道が結んでいる。下流端は標高93m⁽¹⁴⁾の段丘を侵食し、矢作川の峡谷に築かれた阿摺ダムの河道湖に注ぐ形を呈し、河床堆砂が生じている。

流域の地質は主に新規花崗岩類で、後期白亜紀の珪長質深成岩類や花崗岩、花崗閃緑岩が広く分布し、最上流部に領家変成岩類が分布する⁽¹¹⁾。花崗岩類は風化が顕著でマサ土化した状態になっている⁽¹¹⁾。マサ土は保水力があり、尾根近くまで水田開墾を可能にしたが、崩れやすく、集中豪雨などによる多量の降雨によって表層崩壊して土砂災害を引き起こしやすい⁽¹¹⁾。阿摺川流域の風化度は中程度と考えられている⁽¹¹⁾。一方、この特質が造成用の土砂採取や山地開発を容易にして

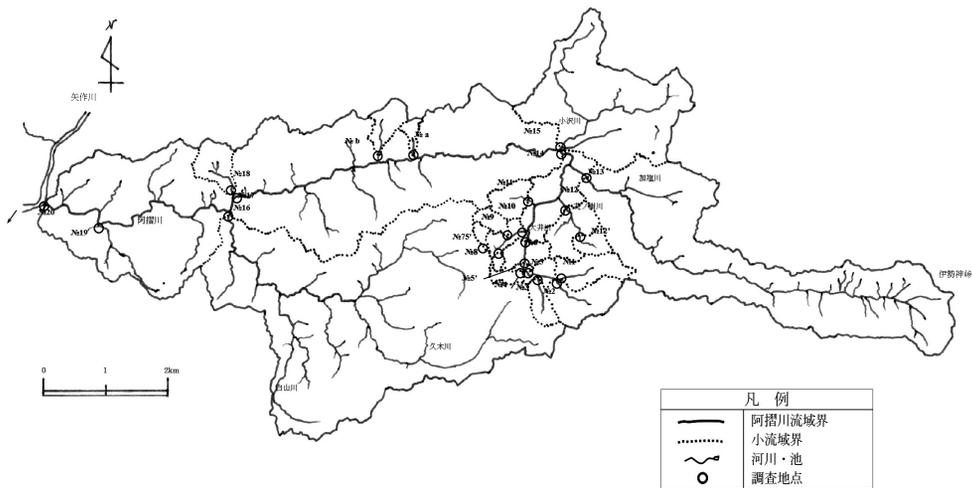


図2 阿摺川流域の現地調査地点

いる。

阿摺川流域の降水分布は、地形条件から東多西少で、年平均降水量は最下流で1,600mm前後、最上流は2,000mm前後である⁽¹⁰⁾⁽¹⁵⁾。豊田市域の降水特性地域区分によると、中・下流域は集中豪雨が発生し易い地区にあり、上流域は年間を通じて最も降水量が多い地区に含まれる⁽¹⁶⁾。年平均気温は13.8℃で、卓越植生はスギ・ヒノキである⁽¹⁰⁾⁽¹⁷⁾。年平均蒸発散量は気温に似た分布で、最下流790mm前後、最上流720mm前後で⁽¹⁰⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾。差は約70mmである。年間の水余剰量は、最下流800mm前後、最上流1,200mm前後で⁽¹⁵⁾、約400mmの差がある。流域の河川流量はマクロな地形・気象環境によって高度を増すごとに増える傾向がある。但し上流域は構造線谷を刻んで幅狭く面積も小さく、小起伏山地で広く盆地状を呈する中流域が主要な水源地帯である。

(2) 流域区分

流域区分は、地形的分水界とし、国土地理院「1:25,000地形図」(小渡2015、川ヶ渡2017、足助2015、寧比曾岳2015)を使用した。不明瞭な所は現地踏査して確認した⁽¹⁸⁾。

阿摺川流域図を図2に示した。流域面積は作成した流域区分図から格子法で求めた。また、同「1:50,000地形図」(明智1987、足助2004)でも流域区分し、格子法で流域面積を求めて前者の求積値の妥当性を確認した。

(3) 水文・水質調査

水文調査の項目は、表流水がある沢や河川の流量とし、今回は農業利水期を調査時期とした。調査日は、降雨後で流況が比較的安定した晴天日とし、2回実施した。調査地点は、土地利用調査の主要範囲にある中流支川の大井川流域を中心に、小さな面積の沢から下流の本流まで20地点とした(図2)。水文調査は上流から地点番号順に流水部横断面の測量と浮き子法による流速測定を行い、両者の値を乗じて求めた⁽¹⁹⁾。農業用水の取水がある地点は、可能な限りその流量測定も行った。

水質調査の主な項目は、COD(化学的酸素要求量)、NH₄-N(アンモニア態窒素)、NO₂-N(亜硝酸態窒素)、NO₃-N(硝酸態窒素)、PO₄-P(リン酸態リン)、D-Si(溶存態ケイ素)とし、現地で迅速に測定できる簡易的な比色法(パケットテスト)で行った⁽²⁰⁾。試料採水

(4) 阿摺川流域における山里の維持・保全を目指した土地利用と利水期の河川流量および水質との関係

時は、河川水温を棒状温度計で、透視度を1m透視度計で測定して水の外観を確認した。採水・測定は水文調査時に行った。水質調査は、当初複数回以上を計画したが、第1回実施後に使用薬剤の一部が劇物に指定されたため⁽²¹⁾、本研究では1回のみ調査となった。

(4) 土地利用調査

土地利用調査は阿摺川中流で左岸の大井川流域とその周辺を主な範囲とした。現地は小流域を作業単位とし、その域内を市道と農道が続く限り隈なく踏査する形で、農業的・林業的土地利用、およびその他の利用形態を観察し、個々の現況地目とその農地転用や土地改変の範囲、森林植生分布、家畜放牧、獣害による農地等攪乱部分、捕獲檻の位置などに分類して踏査マップに彩色し、マップの余白に特記事項を添え書きする作業とした。踏査マップは、「豊田市土砂災害危険箇所マップ東部（足助・下山・旭・稲武地区）」（豊田市防災防犯課2008）を用いた。現地から持ち帰った踏査素データは、最終的に現況地目分類を統一して「豊田市地形図1:2,500基本図」（2008）に描き込み、小流域の土地利用現況図を作成することで1次データ化した。これらの現況図に描いた全て地目について格子法

で面積を求め、小流域毎に地目別集計した。この2次データを統計解析に用いた。

3 結果と考察

(1) 利水期の流量、比流量

水文調査は、第1回を2018年5月26日（晴）に、第2回を同年6月17日（晴）に実施した（図3）。第1回は、月前半の降雨が多かった時期から転じて降雨が減った月後半の中で、先行降雨は2日前の弱雨（小原アメダス：10.5mm、稲武アメダス：10.0mm）であった。調査地点とその移動で観察された調査ルート沿いの耕作水田は、全て田植が済んだ状態で、農業用水路は河川から引き込んだ用水が流れていた。第2回目は、入梅後で前線活動がまだ不活発な中で、先行降雨は1日前の弱雨（小原アメダス：3.0mm、稲武アメダス：8.0mm）であった。調査地点の直前で農業用水を取水する場合は、農業用水路に引き込んだ流量を測定して河川流量に加算した、また、沢水が谷の両側に分かれて流下していた場合も同様に補完した。伏流箇所は流量は0m³/secとした。

水文調査の各地点を流末とする流域の面積、2回測定した河川流量、および後者の値

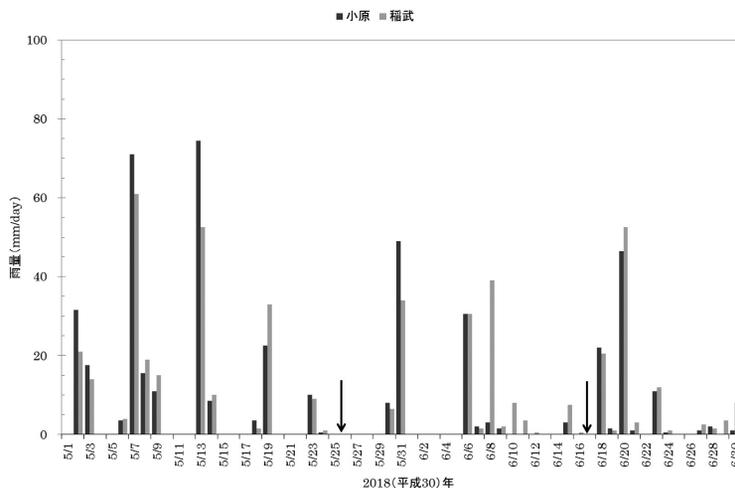


図3 5～6月の降雨状況（データ：小原・稲武アメダス観測値、↓：水文・水質調査日）

表1 水文調査結果(流域面積、流量、比流量)

調査地点 番号	場所	項目 流域面積 km ²	第1回: 5月26日(晴)			第2回: 6月17日(晴)			河川水温 ℃	概要
			時刻	流量 m ³ /sec	比流量 m ³ /sec/km ²	時刻	流量 m ³ /sec	比流量 m ³ /sec/km ²		
No.1	阿摺川支川:大井川上流(大井町)	0.461	11:25	0.0079	-	10:05	0.0098	-	15.6	
	同上、農業用水路(大井町)	-	11:50	0.0013	-	10:12	0.0000	-	-	
	(合流点:No.1+農業用水)	0.461	-	0.0092	0.020	-	0.0098	0.021	-	
2	阿摺川支川:大井川上流、横流入(細田町)	0.648	11:35	0.0255	0.039	10:08	0.0301	0.047	16.2	
3	阿摺川支川:大井川上流、横流入(大井町)	0.227	12:00	0.0132	0.058	10:17	0.0084	0.037	14.6	
4	阿摺川支川:大井川上流、横流入(新盛町菅田)	0.109	11:00	0.0084	0.077	9:50	0.0100	0.092	15.4	
5	阿摺川支川:大井川(新盛町菅田)	1.508	11:10	0.0465	0.031	9:45	0.0474	0.031	16.0	
5'	阿摺川支川:大井川(No.4+5、新盛町菅田)	1.663	10:30	0.0542	0.033	9:20	0.0574	0.035	-	
	同上、農業用水路	-	10:50	0.0049	-	9:34	0.0066	-	-	
	(合流後:No.5+農業用水路)	1.663	-	0.0591	0.036	-	0.0640	0.038	-	
6	阿摺川支川:大井川(新盛町菅田)	1.929	12:15	0.0610	0.032	10:30	0.0660	0.034	16.0	
7	阿摺川支川:上流の沢(上切山町、ヒノキ林)	0.070	12:58	0.0035	0.050	11:10	0.0035	0.050	13.3	平成25年あいち森と緑づくり税森林整備
8	阿摺川支川:大井川支川の沢(すげの里)東の沢	0.063	12:50	0.0038	0.060	10:55	0.0057	0.090	15.8	平成22-23年度に集水域の森林を整備
8'	阿摺川支川:大井川支川の沢(すげの里)西の沢	-	12:55	0.0005	-	11:00	0.0007	-	-	
	(合流後:No.8+No.8')	0.063	-	0.0043	0.068	-	0.0064	0.102	-	
9	阿摺川支川:大井川支川の沢(もりの里)市民農園口	0.035	12:39	0.0024	0.068	10:45	0.0010	0.028	15.5	
10	阿摺川支川:大井川支川(合流前、榑野町)	0.407	12:30	0.0215	0.053	10:38	0.0236	0.058	15.1	
11	阿摺川支川:大井川、沢(林道西山線口)	0.328	13:15	0.0157	0.048	11:53	0.0133	0.041	14.6	
12	阿摺川水系:大井川支川上流(榑野町鳥ノ巣)	0.680	13:25	0.0214	0.031	11:20	0.0214	0.031	15.5	
	同上、農業用水路	-	13:40	0.0099	-	11:25	0.0111	-	-	
	(合流後:No.12+農業用水)	0.680	-	0.0312	0.046	-	0.0325	0.048	-	
12'	阿摺川水系:大井川支川上流(北小田町後田)	0.203	-	-	-	11:40	0.0151	0.074	15.8	
13	阿摺川(砂防段差工、加塩町洗出)	7.516	13:50	0.3129	0.042	14:50	0.4269	0.057	16.7	
14	阿摺川(大井川合流後、榑野町能見)	11.790	14:15	0.4841	0.041	15:12	0.6041	0.051	17.0	
15	阿摺川支川(阿摺川合流前、榑野町能見)	3.844	14:30	0.1315	0.034	15:05	0.0956	0.025	17.5	
	同上、農業用水路	-	-	-	-	-	-	-	-	
	(合流点:No.14+No.15+農業用水)	15.634	-	-	-	-	-	-	-	
a	阿摺川水系:右岸の沢(五輪沢)	0.109	14:51	0.0094	0.086	-	-	-	-	
b	阿摺川水系:右岸の沢(水上涨了)	0.332	15:10	0.0098	0.030	-	-	-	-	上流:ゴルフコースの一部を含む
16	阿摺川支川:久木川(阿摺川合流前、御蔵町)	12.468	15:45	0.5452	0.044	15:35	0.5576	0.045	18.0	
17	阿摺川(御蔵町、小学校前の橋)	24.286	-	-	-	-	-	-	-	
18	阿摺川水系:右岸の沢(長水沢)	0.430	-	-	-	15:57	0.0447	0.104	16.5	
	同上、農業用水路	-	-	-	-	15:50	0.0043	-	-	
	(No.18+農業用水)	0.430	-	-	-	-	0.0491	0.114	-	
19	阿摺川水系:左岸の沢(月原町)	-	-	-	-	-	-	-	-	上流:ゴルフコースの一部を含む
20	阿摺川(矢作川合流前、月原町)	42.309	-	-	-	16:20	-	-	18.8	
	平均値				0.047			0.054	16.0	
	最大値				0.086			0.114	18.8	
	最小値				0.020			0.021	13.3	

備考 (1) No. 9 地点は、大月西部の沢を計画したが、獣害防止柵で囲われたため流量測定、採水ができなくなり、東部の沢に移した。
 (2) 大井川では阿摺川合流前も計画したが、狭隘急流で浮いた河床礫が多く流量測定が難しい現場で、調査地点から外した。
 (3) No.12 地点は、(2)の事情で水質調査1地点の代替として、第2回目に追加したもの。
 (4) No.17 から下流の本川・支川の流量測定と一部の採水は、夕刻に近くなり打ち切った。

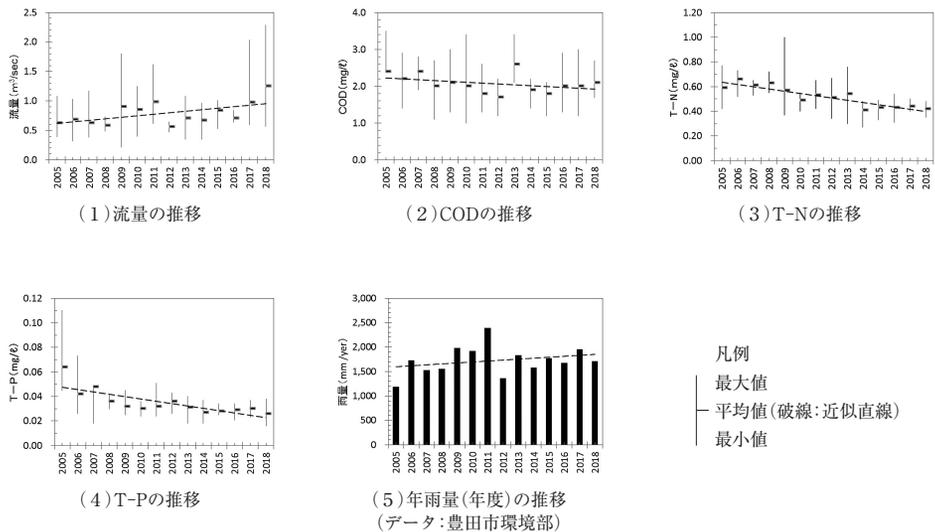


図4 阿摺川の流量・水質の経年変化(豊田市環境部:月原橋)

(6) 阿摺川流域における山里の維持・保全を目指した土地利用と利水期の河川流量および水質との関係

を前者の値で除して算出した比流量を、表1に示した。調査地点の流域面積は、0.063～24.286km²の範囲で求積され、阿摺川流域全体の面積は42.309km²と求められた⁽²²⁾。各地点の流量データを比流量に変換すると、5月26日は、平均値0.047m³/sec/km²、最小値0.020 m³/sec/km²(No.1地点)、最大値0.086 m³/sec/km²(No.a地点)であった。6月17日は、平均値0.054m³/sec/km²、最小値0.021m³/sec/km²(No.1地点)、最大値0.114m³/sec/km²(No.8+No.8'地点)であった。

No.1地点の流域は谷底が広く耕作水田が多いことや国道が通ることが特徴として挙げられる。No.aは南斜面の全森林流域で、最上流の尾根がゴルフコース境になっている。山麓に砂防堰堤が設置されている。No.8は中洞の沢で、かつて谷底に拓いた水田は遊休地化し、林地化したり谷頭で埋め立て造成地ができたりして土地利用が変貌した。2010年、豊田市が都市と農山村の交流をとおした中山間地域の活性化を目的として里山くらし体験館「すげの里」を開館した⁽²³⁾。地元の新盛地区

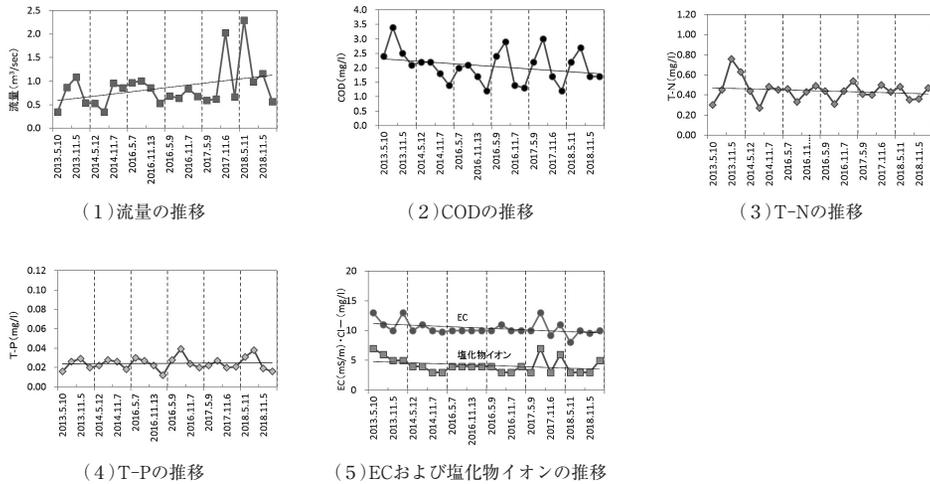


図5 最近6年間の流量・水質の経年変化（豊田市環境部：月原橋）

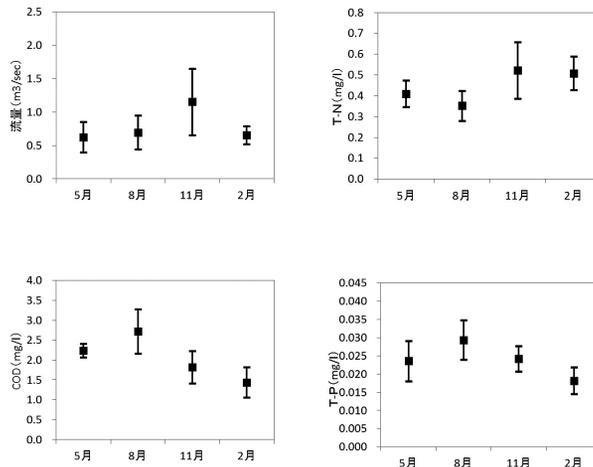


図6 流量と水質の季節変動（図5と同期間）（豊田市環境部：月原橋）

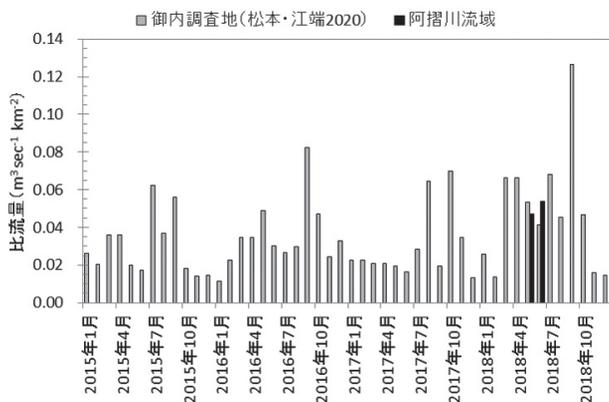
の市民達は、2010年度から2年間、周辺の人工林を間伐整備して新たな森づくりに取り組んでいる⁽²⁴⁾。

豊田市は公共用水域の水質監視のため水質調査地点を阿摺川下流の月原橋に設けている。月原橋では各季1回、年度内4回の頻度で実施している。調査は降雨による増水時を避けて比較的流況が安定した日に行っているので本研究の調査条件と似て水文・水質データと比較し易い。この地点で2005年度から2018年度まで14年間の流量、水質および近傍の年雨量の推移を図4に示した。流量の平均値は、ほぼ0.5～1.0m³/secの範囲で変動し、

年々微増する傾向がある。これは年雨量(図4(5))の増加と関係していると考えられる。

2013年度から2018年度まで6年間の流量と水質の推移は図5のとおりである。季節変動幅は図6に示すとおりで、今回の調査は年間変動の平均的な時期に当たる。2018年5月の流量は2.0 m³/secを少し超えていた。主に中流域で収集した比流量から最下流(No.20地点)の流量を推算すると、5月26日は1.989m³/sec、6月17日は2.285 m³/secである。豊田市の水質調査の流量と比較すると、最下流の値として大きな差はないと考えられた。

また、蔵治・五名(2015)が矢作川の比流



御内調査地

	降水量(mm)*	日平均流量*			流量(mm)	蒸発散量+保水量(mm)	平均流量(m³sec⁻¹)	比流量(m³sec⁻¹km²)	阿摺川流域(m³sec⁻¹km²)
		(10³m³day⁻¹)	(m³day⁻¹)	(mm day⁻¹)					
2018年1月	98.5	4.5	4500	2.2	68.4	30.1	0.052	0.0255	
2018年2月	30.5	2.4	2400	1.2	32.9	-2.4	0.028	0.0136	
2018年3月	342.5	11.7	11700	5.7	177.8	164.7	0.135	0.0664	
2018年4月	342.5	11.7	11700	5.7	172.1	170.4	0.135	0.0664	
2018年5月	320.5	9.4	9400	4.6	142.8	177.7	0.109	0.0533	0.047
2018年6月	247.5	7.3	7300	3.6	107.4	140.1	0.084	0.0414	0.054
2018年7月	296.0	12.0	12000	5.9	182.4	113.6	0.139	0.0681	
2018年8月	386.5	8.0	8000	3.9	121.6	264.9	0.093	0.0454	
2018年9月	723.0	22.3	22300	10.9	327.9	395.1	0.258	0.1265	
2018年10月	70.0	8.2	8200	4.0	124.6	-54.6	0.095	0.0465	
2018年11月	42.5	2.8	2800	1.4	41.2	1.3	0.032	0.0159	
2018年12月	92.0	2.6	2600	1.3	39.5	52.5	0.030	0.0148	

*: 松本・江端(2020)のデータ

阿摺川

2018年5月 26日	ave		171808.4	4.1			1.989	0.047
	max		812.2	7.5	No.a		0.009	0.086
	min		794.9	1.7	No.1		0.009	0.020
2018年6月 17日	ave		197396.9	4.7			2.285	0.054
	max		553.0	8.8	No.8		0.0064	0.114
	min		846.7	1.8	No.1		0.010	0.021

図7 比流量の比較

(8) 阿摺川流域における山里の維持・保全を目指した土地利用と利水期の河川流量および水質との関係

量の長期変動を検討した値と比較 (mm/day に変換) すると、5月26日は平均値 4.1mm/day (最下流)、最大値 7.5mm (No a)、最小値 1.7mm/day (No 1)、6月17日は 4.7mm/day (最下流)、最大値 8.8mm (No. 8 + No. 8')、最小値 1.8mm/day (No 1) である。この中で平均値は、矢作川最上流の村上川に設置されている流量観測所「海」の平水比流量 (1950 ~ 57 年 : 4.9 mm/day、1986 ~ 95 年 : 4.0 mm/day) に近い。更に、松本・江端 (2020) が阿摺川中流域から南東約 6km 先に位置する神越川源流で人工林域の御内調査地 (流域面積 2.04km²、標高 657 ~ 1,126 m) で観測した流量から求めた比流量と比較した。2015 年 1 月から 2018 年 12 月までの日平均流量を比流量に変換して示した図 7 に今回求めた阿摺川の比流量の平均値を並べると、両者はほぼ同等である。

(2) 水質調査結果

水質調査日は 6 月 17 日で、水文調査に加えて実施した。測定結果を表 2 に示した。COD は有機物汚濁の指標で、農業 (水稻) 用水基準値は 6 mg/l 以下である。調査地点の平均値は 3mg/l で、最大値は 4 mg/l (No. 2 地点)、最小値は 2 mg/l (No. 3,5,7,8,18) であった。大井川下流の COD は、水質予測の完全混合モデル式を適用して上下流 (No. 13、No. 14) の流量と水質濃度から計算すると 5 mg/l で、他の水質項目も同様に算出した。当流域の COD 値は全体的に低く、地点相互の濃度差も僅かであった。豊田市が調査する月原橋における COD 値は 2.0 mg/l 前後で、近年若干低下傾向にある (図 5 (2))。最近 6 年間の COD 値は平均 2.1 (標準偏差 S.D.: 0.6) mg/l である。

窒素、リン、ケイ素は主要な栄養塩類である。水中の窒素は有機態と無機態の様々な形態で存在している。後者は、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N の 3 項目で、いずれもイオ

ンとして水中に存在する。NH₄-N は土壤に保持されやすい性質がある。調査地点の平均値は 0.2mg/l で、最大値も 2 mg/l (No. 2,3,5,6,7,8,12,12', 16,20)、最小値が 2 mg/l (No. 3,5,7,8,18) であった。NO₂-N と NO₃-N は土壤内に保持されることが少ない。一般に湿潤温帯の森林流域では無機態の窒素の流出が多い (大手, 2004)。NO₃-N は調査地点の平均値が 0.1mg/l、最大値 0.2mg/l (No. 2)、最小値 < 0.1mg/l (No. 8,9) であった。I-N (無機態窒素) は NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N の 3 項目の値を合算したもので、調査地点の平均値は 0.27mg/l、最大値 0.42mg/l (No. 2)、最小値 0.00mg/l (No. 9) であった。吉田・丹羽 (2006) は、今回の調査より 14 年前、巴川水系と矢作川沿いの花崗岩帯における溪流河川水質を調べ (n=51)、NH₄-N の平均値が 0.02 mg/l、NO₃-N の平均値が 0.10 mg/l と報告し、全国の水質に比べて後者が若干低く、前者が平均的な流水水質に近いと考察している。PO₄-P は調査地点の平均値が 0.03mg/l で、最大値が 0.06mg/l (No. 12 地点)、最小値は < 0.02mg/l (No. 8) であった。佐藤 (1964) は、今回の調査より 58 年前、月原町地内の阿摺川で 0.00 mg/l を報告している。洲崎 (2004) は、17 年前、東隣の介木川とその東側の坪崎川で測定した値が 0.002 ~ 0.014 mg/l であることを報告している。駒井 (2004) は、流水水質の形成に基盤岩の影響が大きく、火成岩の酸性岩は比較的低濃度であること、有機物や粘土粒子に吸着されやすく、流水には PO₄-P が少ないこと、森林生態系の攪乱によってリンの支出が大きくなることを指摘している。また、若松ほか (2006) は、火成岩が分布する流域で塩基性岩以外、流水中の濃度および地表のリン含有量とも安山岩 (中性岩) > 花崗岩 (酸性岩) > 流紋岩 (酸性) の順で、岩石中のケイ酸含有量と高い負の相関関係があることを認めている。溶存態ケイ素 (D-Si) は、ケイ酸塩鉱

表2 水質調査結果

調査地点 番号	項目 場所	流域面積 km ²	6月17日(晴)										概要
			時刻	河川水温 ℃	COD mg/l	NH ₄ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	PO ₄ -P mg/l	溶存態Si mg/l	透視度 cm		
No.1	阿摺川支川:大井川上流(大井町)	0.461	11:25	15.6	4	0.1	<0.005	0.1	0.02	6	≥100		
	同上、農業用水路(大井町)	-	11:50	-	-	-	-	-	-	-	-		
	(合流点:No.1+農業用水)	0.461	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	阿摺川支川:大井川上流、横流入(細田町)	0.648	11:35	16.2	4	0.2	0.02	0.2	0.03	5	>100		
3	阿摺川支川:大井川上流、横流入(大井町)	0.227	12:00	14.6	2	0.2	0.005	0.1	0.03	4	>100		
4	阿摺川支川:大井川上流、横流入(新盛町菅田)	0.109	11:00	15.4	3	≤0.2	0.005	≤0.1	0.02	3	>100		
5	阿摺川支川:大井川(新盛町菅田)	1.508	11:10	16.0	2	0.2	0.01	≤0.2	0.04	5	>100		
5'	阿摺川支川:大井川(No.4+5、新盛町菅田)	1.663	10:30	-	-	-	-	-	-	-	-		
	同上、農業用水路	-	10:50	-	-	-	-	-	-	-	-		
	(合流後:No.5+農業用水路)	1.663	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
6	阿摺川支川:大井川(新盛町菅田)	1.929	12:15	16.0	3	0.2	0.005	0.1	0.03	4	>100		
7	阿摺川支川:上流の沢(上切山町、ヒノキ林)	0.070	12:58	13.3	2	0.2	<0.005	0.1	≤0.02	6	>100	平成25年あいち森と緑づくり税森林整備	
8	阿摺川支川:大井川支川の沢(すげの里)東の沢	0.063	12:50	15.8	2	0.2	<0.005	<0.1	<0.02	5	55	平成22、23年度に集水域の森林を整備	
8'	阿摺川支川:大井川支川の沢(すげの里)西の沢	-	12:55	-	-	-	-	-	-	-	-		
	(合流後:No.8+No.8')	0.063	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
9	阿摺川支川:大井川支川の沢(もりの里市民農園口)	0.035	12:39	15.5	3	<0.2	<0.005	<0.1	0.02	5	>100		
10	阿摺川支川:大井川支川(合流前、榊野町)	0.407	12:30	15.1	3	0.1	<0.005	0.1	0.04	4	>100		
11	阿摺川支川:大井川、沢(林道西山蔵口)	0.328	13:15	14.6	3	0.1	<0.005	0.1	0.02	7	>100		
12	阿摺川水系:大井川支川上流(榊野町鳥ノ巣)	0.680	13:25	15.5	3	0.2	≤0.005	0.1	0.06	5	97		
	同上、農業用水路	-	13:40	-	-	-	-	-	-	-	-		
	(合流後:No.12+農業用水)	0.660	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
12'	阿摺川水系:大井川支川上流(北小田町後田)	0.203	-	15.8	3	0.2	<0.005	0.1	0.05	5	73		
13	阿摺川(砂防段差工、加塩町洗出)	7.516	13:50	16.7	2	0.1	<0.005	0.2	0.02	4	95		
14	阿摺川(大井川合流後、榊野町能見)	11.790	14:15	17.0	3	0.1	<0.005	≤0.2	0.02	4	90		
15	阿摺川支川(阿摺川合流前、榊野町能見)	3.844	14:30	17.5	3	0.1	0.005	0.1	0.02	6	86		
	同上、農業用水路	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	(合流点:No.14+No.15+農業用水)	15.634	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
a	阿摺川水系:右岸の沢(五輪沢)	0.109	14:51	-	-	-	-	-	-	-	-		
b	阿摺川水系:右岸の沢(水上沢)	0.332	15:10	-	-	-	-	-	-	-	-	上流:ゴルフコースの一部を含む	
16	阿摺川支川:久木川(阿摺川合流前、御蔵町)	12.468	15:45	18.0	3	0.2	<0.005	0.1	0.03	5	85		
17	阿摺川(御蔵町、小学校前の橋)	24.286	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
18	阿摺川水系:右岸の沢(長水沢)	0.430	-	16.5	2	0.1	<0.005	0.1	0.02	5	>100		
	同上、農業用水路	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	(No.18+農業用水)	0.430	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
19	阿摺川水系:左岸の沢(月原町)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	上流:ゴルフコースの一部を含む	
20	阿摺川(矢作川合流前、月原町)	42.309	-	18.8	3	0.2	<0.005	≤0.2	0.02	5	≥100		
	平均値			16.0	3	0.2	0.01	0.1	0.03	4.9	83		
	最大値			18.8	4	0.2	0.02	0.2	0.06	7	>100		
	最小値			13.3	2	0.1	<0.005	<0.1	<0.02	3	55		

備考 (1) No. 9 地点は、大月西部の沢を計画したが、獣害防止柵で囲われたため流量測定、採水ができなくなり、東部の沢に移した。
 (2) 大井川では阿摺川合流前も計画したが、狭隘急流で浮いた河床礫が多く流量測定が難しい現場で、調査地点から外した。
 (3) No.12 地点は、(2)の事情で水質調査1地点の代替として、第2回目に追加したもの。
 (4) No.17 から下流の本川・支川の流量測定と一部の採水は、夕刻に近くなり打ち切った。

物が主に化学的風化の過程で溶出して河川水中に供給され、珪藻類のシリカ殻形成に必要である⁽²⁵⁾。D-Siは調査地点の平均値が4.9mg/lで、最大値が7mg/l (No. 11 地点)、最小値は3mg/l (No.4)であった。石塚ほか(2004)は、紀ノ川流域の渓流水が平均 5.9 mg/l、3.5~9.0 mg/l で変動していることを報告している。その中で、地質と D-Si 濃度の関係について石英を多く含む花崗岩、砂岩や泥岩より変成岩、凝灰岩が含まれる地質の方が高いと指摘している。また、地域的にみて降水量の多い地域は少ない地域より濃度が低いこと、さらに濃度変化が降雨の他にダム建設、周辺の土地利用、水利用変化との関連性に言及している。

(3) 土地利用の動態

土地利用は人間の働きかけ方と時間、働きかける量、働きかける速度・持続性によって展開し変遷する。三河高原の中西部は豊田市旭地区(旧旭町)と豊田市足助地区(旧足助町)が接する地域である。2005年から2018年までの人口、世帯の推移を、図8に示した。人口は緩やかに減少し続けている。世帯数は横ばいである。山村の各世帯を支える人口が一樣に減る傾向にある。このような中、阿摺川流域の南部に位置する豊田市新盛地区は、人口減少が僅かで世帯数も保持されている。近年、山村に新しい担い手ができている⁽²⁶⁾。岡橋(2020)は、山村政策を重視する豊田市が地域自治を保障する仕組み、都市と山村の共生施策を強化しており、山村の持続可能性

(10) 阿摺川流域における山里の維持・保全を目指した土地利用と利水期の河川流量および水質との関係

を示唆する事例であろうと述べている。阿摺川流域に係る町（行政区）の面積、人口、世帯数、年齢別人口構成を表3に示した。全体集計値は、面積49.92km²、人口2,257人、世帯数837戸、平均世帯員2.7人である。65歳

以上とした高齢者率は40.8%になり、少子高齢化状態の山村地域である（2018年10月現在）。阿摺川流域の水文・水質調査地点を流末とする小流域に区分し、その小流域毎に人口、世帯数を再集計すると、流域の人口は

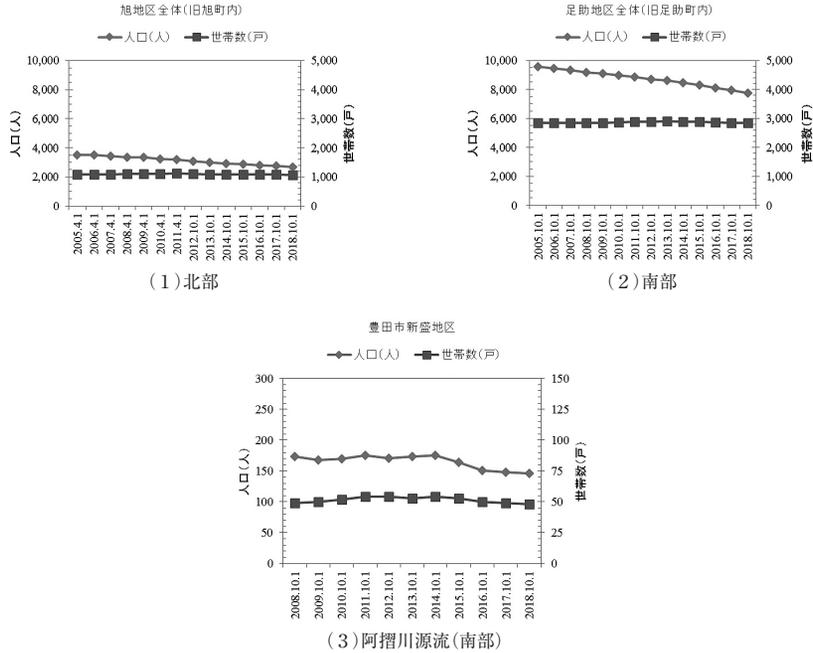


図8 三河高原中西部の人口動態（データ：豊田市総務部「豊田の人口」2005～2018年）

表3 流域の人口、世帯数、高齢者率

2018年10月1日現在

区分	町名	面積 (km ²)	人口(人) (人)	世帯数 (戸)	年齢別人口(人)			平均世帯員 (人)	高齢者率 (%)
					0～14歳	15～64歳	65歳以上		
上流域	明川町	5.17	159	66	10	67	82	2.4	51.6
	平沢町	1.07	54	15	2	35	17	3.6	31.5
	加塩町	2.24	92	30	0	46	46	3.1	50.0
中流域	北小田町	0.92	36	17	0	15	21	2.1	58.3
	細田町	0.75	37	16	0	17	20	2.3	54.1
	大井町	0.69	43	19	5	20	18	2.3	41.9
	榑野町	2.91	172	65	12	93	67	2.6	39.0
	押井町	1.80	84	30	11	39	34	2.8	40.5
	杉本町	3.37	263	114	32	154	77	2.3	29.3
	万根町	2.23	11	7	0	4	7	1.6	63.6
	小町	2.65	88	30	7	46	35	2.9	39.8
	御蔵町	3.35	110	46	6	63	41	2.4	37.3
	玉野町	0.47	45	12	0	26	19	3.8	42.2
	永野町	0.46	27	8	3	12	12	3.4	44.4
	新盛町	2.60	146	48	17	67	62	3.0	42.5
	久木町	2.65	173	53	21	85	67	3.3	38.7
	上切山町	1.36	52	19	2	24	26	2.7	50.0
	西樫尾町	1.99	96	36	7	43	46	2.7	47.9
小手沢町	0.36	56	21	2	24	30	2.7	53.6	
足助白山町	1.07	59	22	8	23	28	2.7	47.5	
東中山町	0.71	22	9	0	10	12	2.4	54.5	
大蔵町	0.96	154	57	6	95	53	2.7	34.4	
栗栗町	1.70	53	19	1	26	26	2.8	49.1	
下流域	東渡合町	1.47	105	35	29	54	22	3.0	21.0
	月原町	6.97	120	43	9	59	52	2.8	43.3
合計		49.92	2,257	837	190	1,147	920	2.7	40.8

注1 面積は、行政区の範囲で、阿摺川流域から外れた部分も含む場合がある。

注2 高齢者率は、65歳以上の比率。

資料 豊田市総務部総務課編（2020）：豊田市の人口、pp.85-91.

表4 流域区分別の面積、人口および世帯数

区分	名称等	範囲	面積(km ²)	人口(人)	世帯数(戸)
本川上流域	阿摺川	No13地点の流域	7.5156	269	99
北東部支流域	月畑川	No15地点の流域	3.8438	252	109
南東部支流域	大井川上流	No1地点の小流域	0.4609	14	5
〃	〃	No2地点の小流域	0.6484	37	16
〃	〃	No3地点の小流域	0.2266	17	7
〃	大井川中流	No5地点の小流域	0.1719	22	10
〃	〃	No4地点の小流域	0.1094	8	4
〃	〃	No5地点の小流域	0.0390	1	1
〃	〃	No6地点(町境)の小流域	0.2730	3	1
〃	大井川支流	No8地点の小流域(中洞の沢)	0.0625	0	0
〃	〃	No9地点隣の小流域(大月西部の沢)	0.1410	0	0
〃	〃	No9地点の小流域(大月東部の沢)	0.0270	0	0
〃	〃	No10地点の小流域(栃ヶ洞～石亀)	0.1760	20	5
〃	〃	No11地点の小流域(西山林道の沢)	0.3281	0	0
〃	大井川支流	No12地点の小流域(花ノ樹川上流)	0.2031	6	4
〃	〃	No12地点の小流域(花ノ樹川下流)	0.4766	14	4
〃	大井川下流	No14地点の小流域(榎野町・加猛町の一部含む)	0.9297	70	28
本川中流域	阿摺川	No17地点の小流域(No14とNo15合流点からNo17まで)	8.2109	230	91
〃	五倫沢	Noa地点の小流域	0.1094	0	0
〃	水上の沢	Nob地点の小流域	0.3320	0	0
〃	長水の沢	No18地点の小流域	0.4297	0	0
南部支流域	久木川上流	No7地点の小流域(岩屋・栃ヶ洞)	0.0703	0	0
〃	久木川	No14地点の流域	12.3984	850	292
本川下流域	阿摺川	No20地点の流域	5.1250	232	81
合計			42.3086	2,045	757



写真1 調査地点No.1(左)
No.2(右) 2018.5.26



写真2 調査地点No.5'
左岸水田・用水路 2018.5.26



写真3 調査地点No.5'
左岸水田(稲刈後) 2018.10.20



写真4 調査地点No.12
農業用水取水堰 2018.5.26



写真5 家禽池のある水田風景
2018.10.21



写真6 谷奥の休耕田、
イノシシ捕獲檻 2018.10.21



写真7 調査地点No.7
人工林間伐地 2018.5.26



写真8 同左(秋季)
2018.10.20

2,045人、世帯数は757戸と求められた(表4)。

土地利用調査は、2018年10月20日、21日に集中して実施した。阿摺川中流左岸側の大井川流域および一部周辺小流域の土地利用を踏査し、小流域毎に土地利用現況図を作成した。現地状況の一例を、写真1～8に示した。地目は利用形態を大分類して、①水田、②畑地、③樹園地、④人工改変等に伴う林地等、⑤宅地等、⑥森林・原野・河川・農林道・畦畔等、とした。他に観察された家畜・家禽と獣害状況について、前者は畜舎や養育池の位置・面積、頭数・羽数を、後者はイノシシによる農地・林地攪乱面積、捕獲檻の設置位置・数を記録に留めた。

大項目別の地目は以下のとおり中分類して解析水準とし、調査地点の小流域毎に集計した面積を解析に使用した。また、中分類の中でさらに細分できる特徴的な利用形態を設け、その面積構成を把握した。

① 水田

水田は耕作地、遊休地(非耕作地)、転用(貸借地・多目的利用・資材等置場ほか)に中分類し、更にその中で細分類した。耕作地のうち耕作田は15.35ha、3.53%(No.1～14+No.7の合計面積と比率。以下同じ)、市民の農業体験に供されている田が0.44ha、0.10%(そのうち豆類雑穀栽培・交流活動地は0.13ha、0.10%)であった。遊休地は休耕田8.2ha、1.90%、草地(交流活動)0.13ha、0.03%、草叢化1.51ha、0.35%、原野化3.00ha、0.69%であった。転用は畑地0.75ha、0.17%、樹園地1.07ha、0.25%、植林地2.05ha、0.47%、造成地・資材置場等0.71ha、0.16%、埋立造成法面緑地0.43ha、0.10%、家禽池0.02ha、0.00%、埋立緑地0.67ha、0.15%、太陽光発電施設地0.65ha、0.15%、工場・事業所0.54ha、0.12%、山里生活体験施設等0.37ha、0.08%、ピオトープ池等0.06ha、0.01%であった。水田耕作が減る中、都市市民に農業・生活体験の場を提供し耕作維持を図る取り組みが見ら

れた。

② 畑地、樹園地

畑地は作付地、遊休地、転用に中分類し、更にその中で細分類した。作付・栽培(施設含む)は2.38ha、0.55%、遊休地は草地1.31ha、0.30%、草叢化1.10ha、0.02%、竹林・原野化0.18ha、0.04%であった。転用は樹園地0.02ha、0.00%、地域の運動広場0.06ha、0.01%であった。樹園地は管理地と放置に中分類し更に細分類した。管理地は栽培地で0.66ha、0.15%、放置は原野化で0.06ha、0.01%であった。

③ 人工改変等に係る林地等

人工改変等に係る林地等は、土砂採取地、宅地開発地等、里山再生地(人工林間伐等森林整備林除く)に中分類し、更にその中で細分類した。土砂採取地は土砂採取跡草叢0.04ha、0.01%、土砂採取後法面等回復緑地1.18ha、0.27%、土砂採取後整地・樹園地0.05ha、0.01%で、宅地開発地等は住宅・事業所・資材置場等0.47ha、0.11%、造成地(太陽光発電施設)0.62ha、0.14%、造成地(切土・盛土法面緑地)0.12ha、0.03%であった。道路際から利用が都市化する一方、里山再生地が0.18ha、0.04%と、里山再生の取り組みが始まっている。

④ 宅地等

家屋等は、家屋等、国道・県道・市道、水面に中分類し、更にその中で細分類した。家屋等は民家・工場・店舗・公共施設等9.96ha、2.29%であった。国道・県道・市道は舗装区間(防災・安全施設等含)10.37ha、2.39%、主な沿道並木(景観植栽)0.01ha、0.00%であった。水面は防火用水槽等0.04ha、0.01%、池(養魚池含)0.03ha、0.01%であった。

⑤ 森林・原野、その他

森林・原野(河川、林道・作業道、農道・畦畔等を含む)は、小流域の合計面積(434.39ha、100%)から①～④の面積(63.86ha、14.70%)を差し引くと370.53ha、

表5 土地利用調査結果

(1) 流域別面積 (ha)

調査地点	場所	地目 利用状況	水田 (ha)			畑地 (ha)			樹園地 (ha)		人工改変等に係る林地等 (ha)				宅地等 (ha)			農林道・原野・河川・森林道・畦畔等 (ha)	合計面積 (ha)	農地等撾乱面積 (ha)	イノシシによる
			耕作	遊休	転用	作付	遊休	転用	管理	放置	跡地 土砂採取	宅地開発等	整備活動	里山再生	家屋等	舗装路 (道路施設含む)	舗装路				
No1	北小田町の南部と大井町の北部	最上流	2.35	2.32	0.04	0.34	0.25	0.00	0.17	0.06	0.89	0.82	0.00	1.11	1.27	0.01	36.46	46.09	0.056		
No2	細田町の沢	最上流	3.20	3.04	0.81	0.28	0.40	0.00	0.02	0.00	0.31	0.00	0.00	2.15	1.25	0.03	53.34	64.84	0.058		
No3	大井町の南部の沢	最上流	0.07	1.61	0.77	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.51	0.01	19.27	22.66	0.032		
No4	新盛町菅田の沢 (国道下横断)		0.23	0.29	0.12	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.06	0.19	0.00	0.37	0.88	0.00	8.71	10.94	0.016		
No5	大井町の西部 (国道沿い)		6.69	7.12	2.09	0.88	0.86	0.06	0.27	0.06	1.22	0.82	0.00	4.60	3.64	0.05	122.41	150.78	0.165		
No5'	新盛町菅田・大井町沢		7.12	7.66	2.33	0.88	0.97	0.06	0.27	0.06	1.28	1.01	0.00	5.02	4.79	0.05	134.10	165.62	0.203		
No6	新盛町郷地ヶ入・小吹ほか (県道沿い)		7.79	8.58	2.99	0.91	1.03	0.06	0.27	0.06	1.28	1.01	0.00	5.28	5.75	0.05	157.84	192.92	0.213		
No8	新盛町中洞の沢 (すげの里上)		0.00	0.10	0.13	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	5.81	6.25	0.000		
No9	新盛町大月(東)の沢 (もりの里市民農園)		0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	2.41	2.70	0.000		
No9'	新盛町大月(西)の沢		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.10	14.10	0.000		
No10	新盛町郷地ヶ入・石亀の沢 (市道沿い)		0.64	0.54	0.79	0.18	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.06	0.18	0.80	0.62	0.01	36.71	40.65	0.003		
No11	林道(西山)の沢 (林道口下)		0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	32.66	32.81	0.000		
No12'	花ノ樹川上 農業用水取水堰(保)		0.95	0.76	0.13	0.08	0.16	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.37	0.00	17.54	20.31	0.019		
No12	花ノ樹川下 農業用水取水堰		2.98	1.77	2.91	0.31	0.28	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.83	0.01	57.81	67.97	0.029		
No14	阿摺川本川(中流) (月畑川合流前)		15.92	12.62	7.32	2.38	1.59	0.08	0.66	0.06	1.28	1.22	0.18	9.96	10.38	0.07	363.60	427.32	0.253		
No7	阿摺川支流(最上流)の沢 (国界・郷ヶ沢流域内)		0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.89	7.03	0.000		

(2) 流域別面積比率 (%)

調査地点	場所	地目 利用状況	水田 (%)			畑地 (%)			樹園地 (%)		人工改変等に係る林地等 (%)				宅地等 (%)			農林道・原野・河川・森林道・畦畔等 (%)	合計面積 (%)	農地等撾乱面積 (%)	イノシシによる
			耕作	遊休	転用	作付	遊休	転用	管理	放置	跡地 土砂採取	宅地開発等	整備活動	里山再生	家屋等	舗装路 (道路施設含む)	舗装路				
No1	北小田町の南部と大井町の北部	最上流	5.10	5.02	0.09	0.74	0.54	0.00	0.38	0.14	1.92	1.78	0.00	2.40	2.76	0.02	79.10	100.00	0.12		
No2	細田町の沢	最上流	4.93	4.69	1.25	0.44	0.62	0.00	0.03	0.00	0.48	0.00	0.00	3.31	1.93	0.04	82.27	100.00	0.09		
No3	大井町の南部の沢	最上流	0.33	7.09	3.42	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63	2.26	0.03	85.03	100.00	0.14		
No4	新盛町菅田の沢 (国道下横断)		2.14	2.69	1.11	0.00	0.64	0.00	0.00	0.00	0.53	1.76	0.00	3.42	8.05	0.00	79.66	100.00	0.15		
No5	大井町の西部 (国道沿い)		4.44	4.73	1.38	0.58	0.57	0.04	0.18	0.04	0.81	0.54	0.00	3.05	2.41	0.03	81.18	100.00	0.11		
No5'	新盛町菅田・大井町沢		4.30	4.62	1.41	0.53	0.59	0.04	0.16	0.04	0.77	0.61	0.00	3.03	2.89	0.03	80.97	100.00	0.12		
No6	新盛町郷地ヶ入・小吹ほか (県道沿い)		4.04	4.45	1.55	0.47	0.53	0.03	0.14	0.03	0.66	0.52	0.00	2.74	2.98	0.02	81.82	100.00	0.11		
No8	新盛町中洞の沢 (すげの里上)		0.00	1.59	2.15	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.82	0.00	0.00	0.00	92.93	100.00	0.00		
No9	新盛町大月(東)の沢 (もりの里市民農園)		0.00	0.00	8.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37	0.00	0.00	0.00	89.33	100.00	0.00		
No9'	新盛町大月(西)の沢		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00		
No10	新盛町郷地ヶ入・石亀の沢 (市道沿い)		1.58	1.32	1.95	0.44	0.25	0.04	0.00	0.00	0.00	0.16	0.43	1.97	1.52	0.02	90.32	100.00	0.01		
No11	林道(西山)の沢 (林道口下)		0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	99.55	100.00	0.00		
No12'	花ノ樹川上 農業用水取水堰(保)		4.70	3.72	0.63	0.39	0.80	0.00	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	1.81	0.00	86.36	100.00	0.09		
No12	花ノ樹川下 農業用水取水堰		4.39	2.60	4.28	0.46	0.41	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.22	0.01	85.05	100.00	0.04		
No14	阿摺川本川(中流) (月畑川合流前)		3.73	2.95	1.71	0.56	0.37	0.02	0.15	0.01	0.30	0.29	0.04	2.33	2.43	0.02	85.09	100.00	0.06		
No7	阿摺川支流(最上流)の沢 (国界・郷ヶ沢流域内)		0.00	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	97.95	100.00	0.00		

85.30%であった。現地調査は、汚濁発生負荷に関係する家畜・家禽の状況、獣害状況も把握に努めた。家畜はヤギがNo.6流域で6頭、No.14流域で2頭飼育され、家禽はNo.5流域で10羽(アイガモ)飼われていた。自然にやさしい環境保全型農業の推進が伺われた。獣害は全てイノシシによるものであった。獣害対策として設置された捕獲檻数は合計6基

確認したが、林縁・農地・道路際など掘り返し等で荒れた箇所面積は合計0.25haに上った。

(4) 土地利用と水文・水質の関係

上記の土地利用面積を水文・水質調査地点が流末とする流域別の地目別面積と構成比率に改め、表5(1)・(2)に示した。流域別の土

(14) 阿摺川流域における山里の維持・保全を目指した土地利用と利水期の河川流量および水質との関係

土地利用面積比率と比流量および河川水質の単相関行列を表6に示した。水田は耕作田で比流量(5/26)と負の相関が強く、次いでNO₃-N、PO₄-Pと弱い相関が認められた。畑地は作付・栽培地で比流量(5/26)と負の強い相関が認められた。樹園地は管理地がPO₄-Pと弱い相関を示し、放置した樹園が比流量(5/26)と負の強い相関が認められた。土砂採取跡地は比流量(5/26)と強い相関が認められた。宅地等はNO₃-N、I-Nと弱い相関が認められた。森林・原野はD-Siと弱い相関が認められた。イノシシによる農地等攪乱面積は、I-Nと弱い相関が認められた。昭和時代は家畜数が多かったが、今は僅かとなり、野生獣の増加とその活動がかつての畜産排水に置き換わったように思われる。人口密度はD-Siと負の強い相関が、また、NO₃-N、I-Nと弱い相関が認められた。現地調査では集落排水等の下水道処理施設が見当たらなかった。ヤギ除草を推進する市民活動団体「めえーブルファーム」会員の鈴木康生氏への聞き取りによると、当地域の生活排水対策として比較的早い時期から民家・施設等に単独浄化槽や合併浄化槽が行き渡っているとのことであった。

以上、小流域別に土地利用構成比率を求め、比流量および河川水質との相関関係を検討したところ、特徴的な知見が得られた。農地は、全国の調査データ⁽²⁷⁾と同様に、面源の栄養塩の流出源であることを示唆したが、この負荷量が、矢作川上流の土地利用が少子高齢化とともにアンダーユースとなって変わる傾向にある中、矢作川上流、山里を保全し、再生する地域の営農活動がみられ、河川下流への栄養塩供給機能の一部を担うと思われる。なお、森林整備との関係は現時点では認められなかった。

4 おわりに

水源地域の山村における土地利用動態は、まだ僅かな実測データからであるが、水環境との応答関係が認められた。このことは調査地域を広げ、実測頻度を上げることによって、山村地域の住民活動、都市との交流を含めた土地利用の河川の水環境とのつながりを定量的に評価できる可能性を示すものと考えられた。さらに頻度を上げて山村地域住民の土地管理と河川の水環境との関係を検討したい。

付記

現地調査でお世話になった新盛町自治会長(当時)で「めえーブルファーム」の会長でもある鈴木光明氏と飼育係の鈴木康生氏にお礼を申し上げます。本研究で水質調査の一部は、「第15回身近な水環境の全国一斉調査」(主催：全国水環境マップ実行委員会)として実施しました。

本稿の一部は2020年度日本陸水学会東海支部会第23回研究発表会で発表しました。

註

- (1)大八木英夫(2018):豊田市域の河川水質,新修豊田市史編さん専門委員会編「新修豊田市史 別編 自然」,pp.255-264,豊田市. 宮岡邦任(2018):豊田市における地下水環境,これからの環境,新修豊田市史編さん専門委員会編「新修豊田市史 別編 自然」,pp.269-285, pp.299-303,豊田市.
- (2)日本水産学会監修,生田和正・日向野純也・桑原久実・辻本哲郎編(2009):アサリと流域圏環境-伊勢湾・三河湾での事例を中心として-,恒星社厚生閣,162p. 向井 宏監修,京都大学フィールド科学教育研究センター編(2012):森と海をむすぶ川-沿岸域再生のために-,京都大学学術出版会,335p.
- (3)河口洋一・中村太士(2013):河川生態系の復元,川那部浩哉・水野信彦監修,中村太士編「河川生態学」,pp.297-319,講談社. 国土交通省(2006):多自然川づくり基本方針,2p. 国立環境研究所編集委員会(2008):河川生態系への人為的影響

表 6 流域の土地利用と比流量および河川水質の相関行列

項目 細目 指標	水田 (%)			畑地 (%)			樹園地 (%)		人工改変等に係る 林地等 (%)			宅地等 (%)			流域の 土地別 面積の 合計 (%)
	耕作	遊休	転用	作付	遊休	転用	管理	放置	土砂採取 跡地	宅地 開発等	里山再生 整備活動	家屋等 (道路施設 含む)	舗装路 (道路施設 含む)	水面	
比流量 (5/26)	-0.743	-0.483	0.436	-0.841	-0.325	-0.423	-0.550	-0.705	-0.673	0.153	0.377	-0.405	0.083	-0.637	-0.362
比流量 (6/17)	-0.208	-0.274	-0.203	-0.448	0.346	-0.258	-0.191	-0.512	-0.417	-0.220	0.546	-0.083	0.285	-0.498	-0.161
COD	0.522	0.007	-0.088	0.500	0.260	-0.027	0.259	0.293	0.355	0.197	-0.319	0.388	0.207	0.218	0.348
NH ₄ -N	0.265	0.535	-0.469	0.046	0.465	-0.006	0.159	-0.174	-0.046	-0.577	0.148	0.295	0.290	0.240	0.217
NO ₃ -N	0.618	0.476	-0.466	0.602	0.305	0.392	0.165	0.135	0.289	-0.324	-0.500	0.682	0.291	0.665	0.398
I-N	0.550	0.642	-0.560	0.394	0.485	0.230	0.197	-0.035	0.149	-0.553	-0.218	0.619	0.374	0.580	0.401
PO ₄ -P	0.539	0.250	0.082	0.484	0.238	0.254	0.646	-0.106	-0.119	-0.291	-0.513	0.223	0.047	0.230	0.288
D-Si	-0.133	-0.296	-0.216	-0.092	-0.310	-0.328	0.139	0.244	0.080	-0.112	0.000	-0.569	-0.676	-0.186	-0.561

項目 細目 指標	森林・ 原野・ 河川・ 農林道・ 畦畔等 (%)	イノシシ による 農地等 攪乱面積 (%)	人口密度 (人/km ²)	比流量 (m ³ /sec/km ²)		水質 (mg/ℓ)									
				(5/26)	(6/17)	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	I-N	PO ₄ -P	D-Si				
比流量 (5/26)	0.362	-0.308	-0.194	1.000	0.692	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
比流量 (6/17)	0.161	-0.106	-0.016	0.692	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COD	-0.348	0.121	0.309	-0.367	-0.152	1.000	-0.407	0.427	0.000	0.000	-0.085	-	-	-	-
NH ₄ -N	-0.217	0.433	0.296	-0.052	0.402	-0.407	1.000	0.276	0.810	0.247	-0.215	-	-	-	-
NO ₃ -N	-0.398	0.422	0.657	-0.583	-0.224	0.427	0.276	1.000	0.785	0.342	-0.104	-	-	-	-
I-N	-0.401	0.548	0.602	-0.382	0.111	0.000	0.810	0.785	1.000	0.372	-0.215	-	-	-	-
PO ₄ -P	-0.288	0.214	0.266	-0.325	-0.167	0.000	0.247	0.342	0.372	1.000	-0.113	-	-	-	-
D-Si	0.561	-0.473	-0.747	-0.356	-0.379	-0.085	-0.215	-0.104	-0.215	-0.113	1.000	-	-	-	-

有意水準 (危険率)
凡例 **太字** p<0.01
太字 p<0.05

に関する評価 よりよい流域環境を未来に残す、環境儀, No.30, 15p.

(4) 矢作川流域圏懇談会 (2010 ~ 2018) : 年度別活動報告・各部会資料, 国土交通省豊橋河川事務所.

(URL. <http://www.cbr.mlitt.go.jp/toyohashi/kaigi/yahagigawa/ryuiki-kondan/concept1.html>)

(5) 石田基雄・原保 (1996) : 伊勢・三河湾における水質変動と富栄養化について, 愛知県水産試験場研究報告, No.3, pp.29-41. 本田是人・戸田有泉・二ノ方圭介・中嶋康生・鈴木輝明 (2015) : 三河湾における水質環境と貧酸素水塊の変動, 水産海洋研究, Vol.79, No.1, pp.19-30. 鈴木輝明 (2017) : 沿岸環境の再生・創出と豊かな漁業生産 - 伊勢湾・三河湾を例として -, 海洋と生物, Vol.39, No.6, pp.554-563. 鈴木輝明 (2018) :

沿岸域の発生土砂材等の有効活用による干潟再生, 水環境学会誌, Vol.41 (A), No.8, pp.256-261. 愛知県環境部水地盤環境課 (2015) : 愛知県における海域環境改善の取組, 中央環境審議会水環境部会総量削減専門委員会 (第3回) ヒアリング資料, 24p. (URL. <http://www.env.go.jp/press/108319/114633.pdf>)

(6) 吉良竜夫編 (1987) : 水資源の保全 琵琶湖流域をめぐる諸問題, 人文書院, 232p. 細見正明 (2001) : 健全な水循環とは?, JEAS NEWS, No.90, pp.12-13. 太田陽子・中津川誠 (2002) : 土地利用と負荷発生源に着目した水質成分負荷量の流出特性, 河川技術論文集, Vol.8, pp.11-16. 白金晶子・山本敏哉・野崎健太郎・三戸勇吾・山田佳裕 (2006) : 連続するダムが矢作川の水質形成に及ぼす影響, 日本陸学会東海支部会 第8回研究発表会講演要旨集, pp.11. 土木学会水

(16) 阿摺川流域における山里の維持・保全を目指した土地利用と利水期の河川流量および水質との関係

- 工学委員会環境水理部会編 (2015) : 第 5 章 水質の動態と生態系, 第 6 章 流域圏における環境水理学的な課題の現状と対策, pp.148-240, 丸善出版.
- (7)前掲(2). 松下和夫編著 (2007) : 環境ガバナンス論, 京都大学学術出版会, 317p.
- (8)鳥越皓之・嘉田由紀子・陣内秀信・沖 大幹編 (2006) : 里川の可能性 - 利水・治水・守水を共有する -, 新曜社, 280p.
- (9)小野寺真一・齋藤光代・北岡豪一編著 (2018) : 瀬戸内海流域の水環境 - 里水 -, 266p, 吉備人出版.
- (10)建設省河川局 (1981) : 矢作川流域管理計画調査報告書, 386p.
愛知県河川整備計画流域委員会 (2020) : 一級河川矢作川水系 矢作川上流圏域河川整備計画, 愛知県. (URL. <http://www.aichi-river.jp/i38-R1.htm>)
- (11)海津正倫 (2018) : 三河高原の地形・地質, 三河高原地域の地形環境と地質, 新修豊田市史編さん専門委員会編「新修豊田市史 別編 自然」, pp.10-38, 豊田市. 森山昭雄 (1975) : 地形・地質, 自然, 足助町誌編集委員会編「足助町誌」, pp.15-52. 旭町誌編集研究会編 (1981) : 地形・地質, 旭町誌 通史編, pp.5-9, 旭町.
- (12)千葉徳爾 (1975) : 三河高原の小構造谷地形と道路交通, 愛知大学総合郷土研究所紀要, 第 20 輯, pp.51-62.
- (13)国土地理院 (2015) : 1 : 25,000 地形図「寧比曾岳」の判読による。
- (14)国土地理院 (2015) : 1 : 25,000 地形図「小渡」の判読による。
- (15)原 昭雄 (1975) : 気候・水文, 自然, 足助町誌編集委員会編「足助町誌」, pp.15-52, 足助町.
- (16)大和田道雄 (2018) : 豊田市の降水特性, 新修豊田市史編さん専門委員会編「新修豊田市史 別編 自然」, pp.164-175, 豊田市.
- (17)洲崎燈子・蔵治光一郎・丹羽健司 (2008) : 矢作川流域の人工林の健康状態の現状 - 2005 ~ 2007 年「森の健康診断」の結果から -, 矢作川研究, No.12, pp.103-110.
- (18)分水界確認のための現地踏査は、随時 3 回行った。
- (19)平均流速は、測定位置の水深を勘案して測定流速に 0.80 ~ 0.95 の係数を乗じた。
- (20)矢作川環境技術研究会が「第 15 回身近な水環境の全国一斉調査」(主催: 全国水環境マップ実行委員会)を矢作川流域で実施した時に計量分析値との比較試験を行い、誤差が小さいことを確認している(矢作川環境技術研究会編 (2019) : 研究年報・水は生きている 2019, 資料編.)。
- (21)平成 30 年 6 月 30 日、毒物及び劇物指定令の一部を改正する政令(平成 30 年政令第 197 号)及び毒物及び劇物取締法施行規則の一部を改正する政令(平成 30 年厚生労働省令第 79 号)公布。
- (22)前掲(10)では、阿摺川の流域面積は 39.8km²である。当流域周辺に谷中分水界が多く、地形図上で分水位置が不明瞭な場所は現地踏査して確定した。
- (23)豊田市里山くらし体験館「すげの里」編(平成 26) : 新盛里山耕流塾 活動記録, 豊田市, 14p.
- (24)洲崎燈子 (2015) : 地域との協働による森づくり II - 豊田市里山くらし体験館「すげの里」の事例 -, 矢作川研究, No. 19, pp.113-118.
- (25)鹿園直建 (2002) : 化学的風化作用の河川水水質, 特に溶存シリカ濃度に与える影響, 地学雑誌, Vol.111, No. 1, pp.55-65. 原島 省 (2006) : 陸域におけるシリカ欠損と海洋生態系の変質, 水環境学会誌, Vol.26, No. 10, pp.621-625. 原島 省 (2008) : 海洋生態系におけるケイ藻とシリカの役割, 環境バイオテクノロジー学会誌, Vol.8, No. 1, 9-16. 環境科学部 (2009) : 公共用水域における溶存ケイ酸調査, 広島市衛生研究所年報, No. 28, pp.94-95. 石橋融子・熊谷博史・田中義人・松尾 宏 (2012) : 湧水中の溶存態ケイ素濃度と水質、地表地質との関係, 福岡県保健環境研究所年報, No. 39, pp.59-65. 児玉真史 (2012) : 河川水中における溶存態珪素 : 窒素比の変動要因, 土木学会水工学委員会環境水理部会研究集会 2012in 水保 発表原稿集, 2p. (URL.

- <http://www.jsce.or.jp/committee/hydraulic/kankyousuiri/workshop/h24/docs/ns-2kodama.pdf>).
- (26) 矢作川流域圏懇談会編 (2018) : 流域圏担い手づくり事例集, 国土交通省豊橋河川事務所, 62p.
矢作川流域圏懇談会編 (2019) : 流域圏担い手づくり事例集Ⅱ, 国土交通省豊橋河川事務所, 74p.
- (27) 国松孝男 (2006) : 汚濁源の分類と特性, 河川流量・水質および汚濁負荷の特性, 河川, (社)日本水環境学会編「水環境ハンドブック」, pp.6-9, 朝倉書店. 石川雅也 (2006) : 農地からの窒素負荷削減対策, 排出源対策・排水処理 (農業系), (社)日本水環境学会編「水環境ハンドブック」, pp.308-315, 朝倉書店.
- 本勝男・板谷明美・Min-Sik KIM (2006) : わが国における渓流水のリン酸態リン濃度とその既定要因, 水環境学会誌, Vol.29, No.11, pp.679-686.
- ・石塚正秀・紺野雅代・井伊博行・平田健正 (2004) : 溶存ケイ素に着目した紀ノ川流域における水質特性, 水工学論文集, Vol.48, pp.1483-1488.
- ・岡橋秀典 (2020) : 明日の山村を展望する - 山村の変貌と持続可能性 -, 地理, Vol.65, No.6, pp.12-19.

引用文献

- ・藏治光一郎・五名美江 (2015) : 矢作川本川および支川の豊水、平水、低水、濁水比流量の長期変動, 矢作川研究, No.19, pp.67-74.
- ・松本嘉孝・江端一徳 (2020) : 豊田市北東部の人工林から流出する平均溶存有機炭素濃度および年間流出量の算出, 矢作川研究, No.24, pp.15-22.
- ・豊田市環境部環境保全課 (2006 ~ 2019) : 環境調査報告書, 豊田市.
- ・大手信人 (2004) : 森林流域における水質の形成 - 炭素・窒素の流水メカニズムを中心に -, 水環境学会誌, Vol.27, No.9, pp.584-590.
- ・吉田恭司・丹羽智子 (2006) : 愛知県内の花崗岩帯における溪流河川水の水質特性, 愛知県環境センター所報, No.33, pp.44-50.
- ・佐藤治郎 (1964) : 愛知県内における地質上よりみたかんがい水質について, 用水と排水, Vol.6, No.5, pp.35-47.
- ・洲崎燈子 (2004) : 矢作川源流域の旭町における人工林の調査, 矢作川研究, No.8, pp.171-185.
- ・駒井幸雄 (2004) : 森林集水域におけるリンの収支と流出特性, 水環境学会誌, Vol.27, No.9, pp.591-594.
- ・若松孝志・木平英一・新藤純子・吉岡崇仁・岡

