

平成 15 年度 湧水環境調査報告（水循環調査）

名古屋大学工学研究科 鷺見哲也

1. はじめに

大槌町は、大槌川・小槌川という小さな流域にもかかわらず、豊かな湧水環境に恵まれた町であり、それは地域の財産として認識されるべきものである。イトヨの生息環境である湧水環境の変化をきっかけにしなげらも、改めて豊かな水循環を認識する契機となっている。

本調査（地下水・湧水環境調査）は、水文学の専門の立場からこの豊かな水循環・水環境の仕組みを機構および量的状況を把握することを中期的な目的として見ながら、湧水環境に変化を与える要因について抽出し、報告することを目的としている。

本報告では、（1）調査結果概要、（2）昨年度までの基本情報・仮説の概略のまとめ、（2）本年度調査内容・収集資料に分けて示す。

本年度は、本町の水循環の様子を把握するための本格的調査を始めたところであり情報収集が主な作業となった。次年度以降、量的なデータの収集に重心を置く予定である。

2. 本年度調査の結果の概要

本年度の調査は主に以下の2つが行われた：

- 資料調査および一部聞き取り調査。
- 水質計測（2回、2003年6月8日、2004年1月17日）

繰り返しになるが、調査目的の主眼は以下の2つである。

- 源水地区の地下水環境を明らかにする。またその変化の経緯に与えた要因を考察する。
- 町全体の地下水を中心とする水循環の構造を明らかにする。中期的には循環の量的な様子を計る。

本年度は、前者に重点を置きながらも、資料収集はできるだけ全体のものをカバーするものとなるよう努めている。

結論から述べると、本年度調査から、すべてが明らかになったわけではない。特に、水の量的な情報はまだ不足しており、すべてを捉えたとは言いがたい。

しかし水循環のメカニズムに関する定性的な情報について、本年度は概要として、以下の内容を得ることができた。

2. 1 源水地区について

○ 河床掘削による地下水位低下への影響

この 40 年間で源水地区を取り巻く河川の様子が激変した。源水川下流部断面確保、大ヶ口川開削、大槌川本川河床掘削と、いずれも治水目的の改修が行われてきており、地域の治水安全度が大幅に向上したが、河床掘削は地域の浅層地下水の水位低下をもたらす要因になったと考えられる。1 m 以上の河床掘削は、明らかに地域の浅い地下水を引き下げる効果があり、源水地区の湧水環境を支えるために必要な高い地下水位を保てなくなった要因に挙げられる。

○ 源水・屋敷・大ヶ口地区での地層構造

市街地において、地下水は 2 層（浅井戸と深井戸、不圧地下水と被圧地下水）があり、それに対応して 2 つの砂礫層の間にシルト・粘土層があることも、わかっている。源水地区において、少なくとも下流部、つまり孵化場においても、同様の層構造および地下水構造があることがわかった。そこに、山地からの水が横浸透していることはほぼ間違いないと考えられる。

○ 源水・屋敷・大ヶ口地区での地下水利用

大槌川右岸側のこの地区は三日月状の堆積地であるが、上記から、2 層の地下水層であることがわかっている。現在は、そのユーザは主に 3 者に分けられる。

(1) 大槌町水道事業所・・・浅井戸・大槌川伏流水（160 万 m^3 /年= $0.05m^3$ /秒程度）

(2) 地区住民による揚水・・・浅井戸をくみ上げて利用

(3) 漁協孵化場・・・浅井戸・伏流水および深井戸

（深井戸のみで $15m^3$ /分= $0.25m^3$ /秒の能力、使用量不明）

町内の水道事業の水源は、大ヶ口の 1 箇所である。しかし、河畔の浅井戸によるものであり、地下水をまた、地区住民による浅井戸・深井戸の状況や、それらの揚水量は不明であるが、水道事業との非契約率は 30%弱と高く、地下水の使用量は相当なものとなる。

その特徴としては、

(1) 浅井戸・伏流水のユーザの大半は町民である。

(2) この地区では孵化場だけが深井戸を利用している。

(3) この地区の水利用量の増加が、地下水低下・湧水の不活性化を招いた要因としては十分に挙げられる。

○ 源水・屋敷・大ヶ口地区での湧水の変化

40 年前からの当該地区の状況変化に関する聞き取り調査から、次のような変化が起こっているようである。

(1) 降雨後の沢筋からの出水特性が大幅に変化し、決まって水が出る場所から出なくなっている。特に少雨傾向にはなっていないことから、これは、透水性基岩の、傾斜した風化粘板岩層の内部において、普段の地下水位が相当に低下していることを意味している。

(2) 山際に沿うように、大ヶ口川上流部から熊野山神社の近くを通り、源水川上流部へと、湧き水のある池が連なるようにあった。現在では、池は一部で残っているものの、明瞭な湧水を見つけるのは難しい。残っているものも水位が、相当に低くなっている（水深 1m 以上のところがあり、泳げたとのこと）。

(3) 孵化場の揚水ポンプ増設・稼働による、浅井戸の水位低下は明瞭にみられたとのこと。

(これにともない周辺地区での住宅において井戸の増し掘りが行われた。) これは、この地区では、現在利用されている量では、元の豊かな湧水環境を維持できないことを表している。

明らかでない情報については、次の通りである。

(1) 地区内の各家庭で利用している自家井戸の揚水量、および孵化場の揚水量(井戸別)

あるいはそれらの年間変化・・・・・・アンケート・聞き取り調査・資料収集

(2) 不圧地下水(浅井戸)水位、源水川・大ヶロ川・大槌川河川水位との上下関係(これによりどれからどれに水が動いているかがわかる。)・・・資料比較・および測量調査

○ 水質から見た源水川の水質から得られた知見

着目している源水川湧水は、昔に比べて非常に弱いものになっているのは間違いないが、現在も湧きつづけている。その水質から、どこからやってきた水なのかについて、調べるために水質を計測した。考えられた源は、不圧地下水(浅井戸で利用している水)、被圧地下水(深井戸で利用している水)および、城山の山体である風化粘土板岩からの浸出水、の3つである。詳細は後述するとして、以下のように現段階では結論する。

(1) 源水川の水は、地下水と山からの浸出水(沢水に近い水)の混合によってできている。

(2) 孵化場給餌場内湧水は被圧地下水(深井戸)である可能性が高い。

(3) 不圧地下水は、上記の様々な利用状況から、源水川上流部(孵化場内)へ出ている量は少ないと考えられる。

2. 2 市街地の地下水環境について

○ 被圧地下水位について

大槌町市街地での地下水、とくに自噴水井からの地下水は豊富であり、過去の調査では一つの井戸で多くて6~67リットル毎秒とされた。また、海沿いであるにもかかわらず、干満によっても塩水流入はほとんどない。また、湾内の一部も湧水が起こっているところがあるとの事を聞いている。これらを地下水理学の側面から見ると、深さ20m~25m付近にある、被圧地下水帯水層での圧力が大変高いことが予想されるが、それがいくらなのかは不明であった。

小槌川高潮水門工事施工に備える地下水水位測定業務委託の報告書(県釜石地方振興局)を入手し、その様子が明らかになった。

(1) 小槌川から、平均水位(圧力水頭)は、沿岸で標高1.3m、150mほど内陸側でも1.8mとなっていることがわかった。海水面より大幅に高いこの水圧が、地表高をも超えており、豊かな自噴水をもたらしていることが明らかになった。

(2) その地下水位は、降雨と、海水位(河川水位)の潮汐変動によって変化する。日平均水位の降雨による変化は60cm程度あり、これは城山供給側水位が上昇することが、主要な原因であると考えられる。海水位変動による水位変動は、圧縮されて最大50cm

程度であった。

その被圧帯水層の場に関する情報としては、以下の状況がある。

- (3) 2004年1月の調査時に、水産工場等の近くの自噴水が全くない地域があり、高い圧力環境でも、大量の水利用は、周辺の地下水環境に影響を与えていることは明らかであった。

今後、水理解析によって城山山体側から供給される高い圧力がどの程度か、逆に述べれば山体内山際付近での水位が推定できる。また、自噴水井の流量を測定すれば、その層の透水性に関する情報を得られるので、来年度以降試みたい。

○ 自噴水の水質について

市街地自噴水の水質については別添のとおりであるが、主要イオン、pH、EC、水温について調査・分析を行ったが、1964年水質調査報告時から大きな変化はなく、そのほかの成分については調査を行っていないが、良好な水質はほぼ維持されているものと考えられる。一部、異なった水質のものがある。海に近いところであり、海水の影響の履歴を受けた事があるものと考えられるが、詳細は不明である。

次章では、昨年度までに把握された状況と、仮説の内容について整理して示し、次々章以降において本年度の調査内容を示すこととする。

3. これまでの情報・仮説とそれらの整理

3. 1 自噴井の分布

大槌町の自噴井は、図-1 の範囲に分布しており、漁業関係や海産物加工等の工場による利用のほか、多くの一般家庭が自噴井を持って通常の水資源として広く使われている。自噴井は、図からわかるように、山際から 50~200m 程度離れた地域にあるのが特徴である。

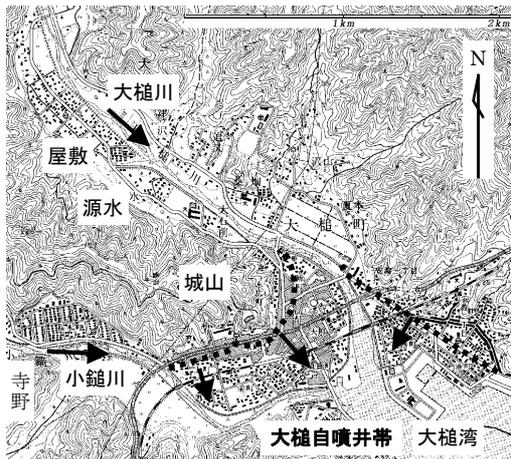


図-1 大槌町中心部付近の地形と大槌自噴井帯 (2.5 万分の 1 地形図「大槌」及び参考文献 2) に基づく

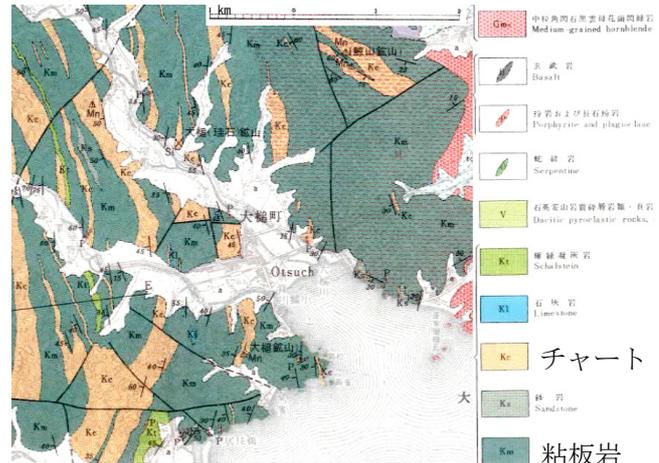


図-2 地質図 (白は沖積層=砂礫層粘土層の平地) (地質図幅「大槌」より)

3. 2 大槌町の地層と地下水について

図-2 は、本町の地質分布である。大槌町は、その周辺の山地岩盤は古生層 (釜石層、二疊紀の堆積岩、チャートまたは粘板岩) からなり、山合いの地形に、大槌川と小槌川とその支川がこれらの岩を削り、両河川と河口付近に堆積を繰り返して作った平地の上に人間が住んでいる¹⁾。この平地は、沈降した谷地形の岩盤の部分と、海側に堆積してできており、町は海側の平地上にある。この堆積部の海拔マイナス 25-30m 付近²⁾に礫層があり (図-3)、この層が被圧地下水となっている。(この層は海面水位が低い時期に川が運んだり山が崩れたりして堆積した粗い土砂で形成し、その上下の層は粘土層で海面の水位が高い時期に海底で形成された。) 大槌町の人が使っている地下水は、このいわゆる深井戸が大半で、この礫層まで掘って、自噴するものを利用している。この礫層は、山の近くの地下は埋まった山の岩盤にあたり、深井戸は掘れず、不圧地下水 (浅井戸) のみ利用可能である。

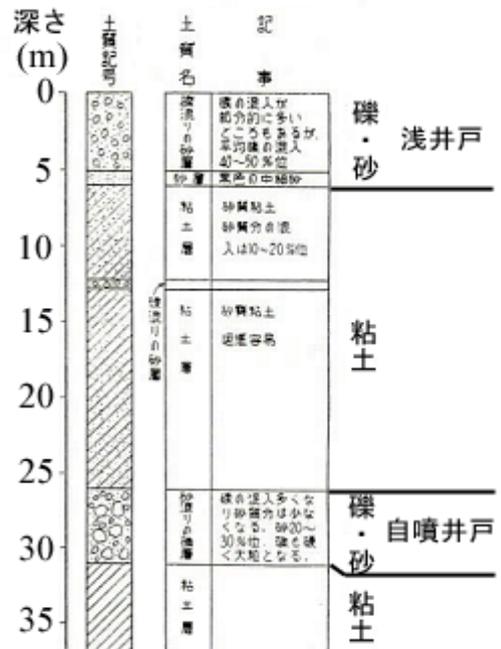


図-3 大槌自噴帯付近の主要地点のボーリング柱状図 (参考文献 2))

3. 3 地下水の利用とその意義

大槌町の地下水、特に自噴水（被圧地下水・深井戸）の大きな特徴は、水質・水温ともに安定し、その量が豊富であったことである。水質・水温の安定は、深井戸で地表の条件の変化を受けにくいからである。昭和34年の後藤氏の3回の調査によると深井戸の水温は場所による違いは最大1.5度しかなく、年間の変動も殆どない。2002年9月27日の筆者の調査でも6箇所での測定で10.3～11度の範囲に収まった。他の項目の計測結果は湧水について電気伝導度：7.17-7.79 μ S/m、pH：6.48-6.68であり、S34年調査と殆ど変わっていない。成分については、後藤氏の調査において幾つかのイオン成分について測定されているが、その変化があったかどうかは今のところわからない。しかし溶存物質量は少なく、優れた水質であることは明らかであった。

一方、量について考えると、昭和34年時点では、被圧地下水の自噴水量と揚水量の合計は日約1万 m^3 と推定されていたが、現在の量は当時より相当に増加していると思込まれよう。年降水量と2河川平均流量および被圧地下水利用量との比較を表-1に示す。被圧水湧水・揚水量は全体に比べると小さな割合であるが、毎秒数百リットルという量は、恵まれた量であるといえる。しかしその被圧帯水層への供給量は無限ではなく、大きな事業所等での大量の汲み上げはその周辺での深井戸の水圧を低下させ、自然な湧水量を減らしたり、地表まで上がらなかつたりすることは起こり得るし、地下水理学的に説明し得る。本年度調査時でもその実例が確認された。

表-1 水文諸量の関係

	m^3/yr	m^3/day	m^3/s	mm/yr	mm/day	
年平均降水量	3.1 E+08	8.6 E+05	9.90	1793	4.91	釜石での2000年までの平均
平時流量	1.7 E+08	4.6 E+05	5.30	959	2.63	S39 5/12-13後藤博士報告
河川伏没量	6.3 E+07	1.7 E+05	2.00	362	0.99	S39後藤博士報告
被圧水揚水・湧水量	3.7 E+06	1.0 E+04	0.12	21	0.06	S39後藤博士報告
両河川流域面積 174.2 km^2 で計算 (大槌川:111.5 km^2 、小槌川62.7 km^2)						

水文・水資源の観点で見ると、幸いにもこの大槌川と小槌川による流域の奥行きが長い為に、雨の受け皿が広く(200 km^2)、他から水をもらわないですむ。この奥行きが短いと、補給する水の量が少なく地下水の利用も少なくしか行えないからである。山せまる海沿いの町で問題となる水資源の面では恵まれた町である。こうした川と流域を持っていることも町の貴重な資源と言えるであろう。

この良質な地下水を貴重な資源とし、人間の間でうまく分け合い、さらに自然湧水による局所的で貴重な生態系の保全とを、バランスをとりながら考え実践することは、自らを制することができる人間の能力を発揮できる問題である。しかしその前に、この地下水が、どこでどれだけの雨を集め、どこを通過して、どれだけの水がどこで人間に使われ、どれだけがどこで海や自然湧水となっているのか、という一連の過程を把握することが重要である。その概要を今後明らかにしていきたい。

しかし、地下での現象を、すべてを知ることは難しい。まずは、図-4～8のように幾つかの起こり得る水の流れを仮定し、調査する。この仮定での主要な点・関連事項と課題を列挙する。なお図-5～8の断面イメージの各断面は図-4の概略図中に記されている。

- ① 通常の扇状地における河川と同様に、堆積層形成時の流水による土砂堆積の水平連続性から、図-5のように、河口付近で標高マイナス25m付近にある礫層は、川に沿って上流まである程度つながっ

ているであろう。ここを流れ下る水はかなりの量であり、相当の割合が海に流れ出ているものと考えられる。沿岸では自噴水の量が干満に伴い変化するところがあるが、これは出口となる（境界条件としての）海側の水圧が変化しているからで、海との接続は明らかである。その総量を計測するのは困難であるが、潮汐によって自噴量が変化する応答を利用して概算を試みる。

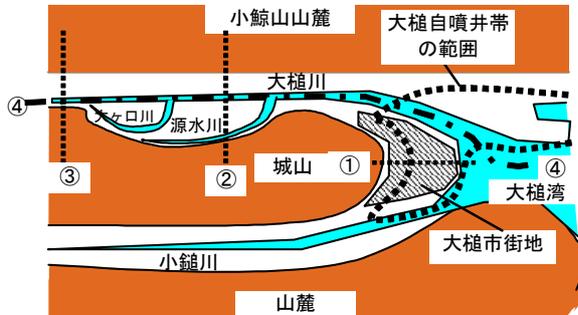


図-4 平面地形の概略（白色が平地）

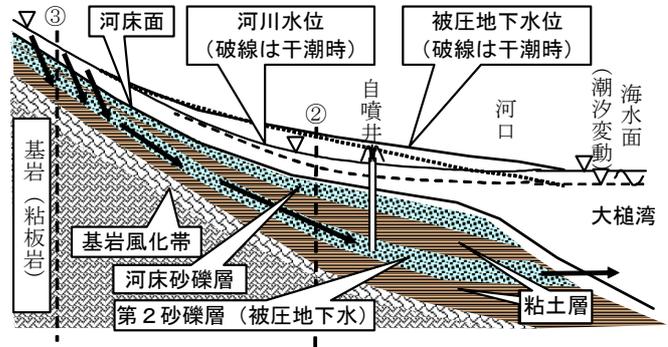


図-5 河川縦断のイメージ（図-4の④断面）

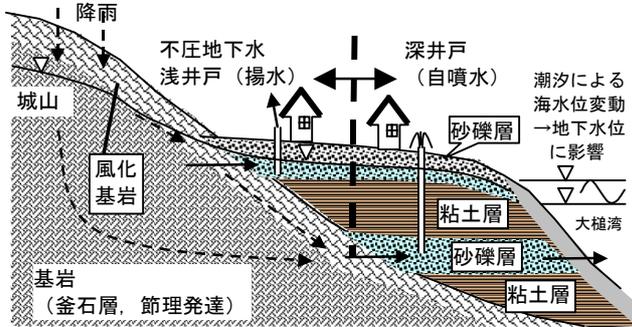


図-6 大槌市街地付近の地下水流動イメージ図
（参考文献2）等を参考、図-4の①断面に対応

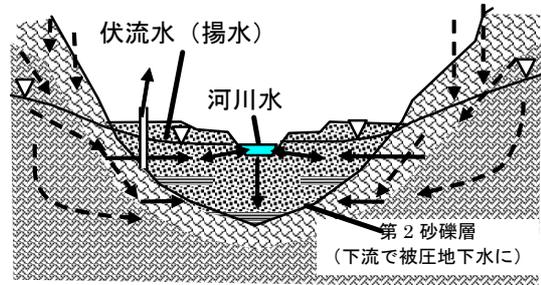


図-7 上流河谷横断面の水流動過程のイメージ
（上流部断面、図-4の③断面に対応）

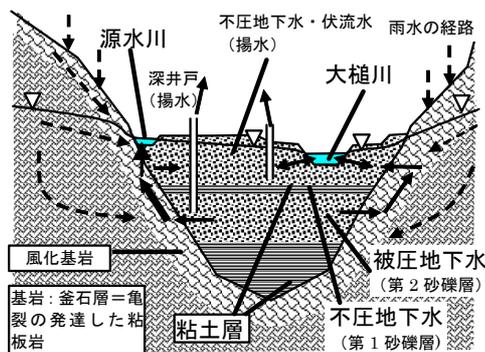


図-8 下流河谷（源水地区付近）横断のイメージ
（図-4の②断面に対応、凡例は図-7に同じ）

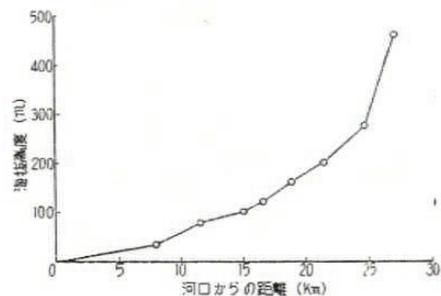


図-9 河床縦断（大槌川、参考文献2）より
（下流での勾配 1/150 で非常にきつい）

② 被圧帯水層（第2帯水層）への水の供給は2つ考えられる。

a) 河川の河床からの浸透。

過去に川の部分だけ、礫層上部の粘土層が破壊されていたり、図-5のように上流部において礫層そのものが地表（河床）付近に位置していることが考えられる。また、図-9はS34時点での大槌川の河床縦断図²⁾であるが、河口付近ですら河川勾配が約 1/150 と急であり、図-5のようにその層が上流部での標高が高いことは、河口付近での被圧地下水の高い水圧を説明できる

要素となる。また、後藤氏の調査¹⁾では、大槌川（桃畑一屋敷間）と小槌川（蕨打直一寺野間）の平水流量の計測から、これらの区間で計約 $2\text{m}^3/\text{s}$ （17万 $\text{m}^3/\text{日}$ ）が伏没（伏流水・地下水に潜る）し、氏はこれが被圧地下水の供給源であるとしている。伏没は不圧地下水（浅井戸）にもなるところであるから、河川水の伏没した水が被圧地下水・不圧地下水に配分される量に関する実態について知りたいが、これは水質を用いた追跡による解明の可能性があり、その一部を今回報告する。河川の流量調査も必要であるがこれは次年度以降行うこととなる。

b) 周辺岩盤からの浸透による供給.

始めに示したように、川沿い・海沿いの平地は古生層であり、参考文献 1)および城山などの現地踏査によると、傾斜した亀裂（ひび割れ）が発達した泥岩・チャートでできている。この亀裂の発達是比较的高い透水性を考えることができ、同様の地質の山体内部のトンネルの漏水と沢の流出の量と水質の関係を見た経験からも、このような山体でも斜面地表に近い部分は特に水を通しやすい。この部分から被圧地下水層へ、川方向を軸とすると側方から（海に面する部分では、山側から海の方へ）の水供給が仮定できる。後藤氏はこの点に触れていないが、これも水質トレーサを利用した検討が可能であり、今後その実行を考えてゆく。

c) 断層等による横流入.

b)に関連するが、岩盤の一部には図-2 のように断層があり、この部分を経由して、I)山地表面への雨水がバイパス的に被圧帯水層へ給水している可能性や、II)河川上流部での伏流水が、山地部断層部をショートカットして市街地に供給している、等の可能性もある。しかしこれは副次的であろう。



写真-1 城山の様子（堆積岩の亀裂の発達）



写真-2 城山の様子（堆積岩風化，高い透水性）

- ③ 大量に局所的に水を汲み上げると、周辺の水圧低下を招き、周辺の自噴井戸では水量が低下する部分、あるいは自噴できない地域が現れる。これは古典的な問題であり地下水理学的に容易に説明できる。具体的なデータが集まれば量的な説明もある程度可能であり、次年度以降の課題とする。その一方で全体の水の流れの様子、つまり、帯水層（地下水）と流域表流水全体の水収支について知ること、水資源について考える上で必要である。地下水の人による利用状況や自然湧水量の分布、河川流量等、比較的把握が容易のものと、地下水の海への流出量、地下水そのものの流域での流動など、直接的な推定が難しいものがある。沿岸部水質での検討は海への流出量推定方法の一つのとして考えられる。（東大海洋研究センターで成果資料の調査当の利用が可能であろう）

- ④ 不圧地下水（自由地下水，浅井戸）については，図－８のように河川水と水面が連続している事が一般的である．浅井戸の水位が下がったという状況これまでに発生しているが，地下水の汲み上げのほかに，近隣河川の河床の切り下げによる河川水位の低下が地下水位低下を招いている可能性がある．これは河口付近では起こりにくい．今後，資料調査および測量調査によって明らかにしてゆく予定である．

3. 4 源水地区の湧水環境（魚類生息と湧水）

源水地区など，山際の湧き水のあるところがイトヨの生息地であると思われるが，この山際の湧き水は，上述した①河川起源，②山地に降った雨水の堆積岩風化層（あるいは透水性のある基岩そのもの）を經由しての湧水，の２つが考えられる．特に後者については，山体深部からの湧き上がりがありうる．この両者を区別できるかどうか現在不明だが，水質から見るのが良いであろう．水温で区分することは難しそうである．（山体と被圧地下水層の温度環境が明確には分かれるとは考えにくい．）①および②のこの湧き水への貢献の度合いがわかれば，被圧地下水環境の変化による影響を定めるだろう．山際の層構造が明らかになると理解しやすくなる．図－８に，本年度推定した，源水地区における，層構造および水移動経路の概要を示す．

3. 5 概観のまとめ

今年度は，資料調査・聞き取り調査・水質調査を行い，上記の内容の一部を明らかにすることができた．次章にて，本年度調査について報告する．

4. 本年度調査の結果

本年度の調査では、主に水質計測および資料収集・聞き取り調査を行った。その内容について示す。

4. 1 聞き取り調査（2004年1月16-17日）

源水地区に長く住んでおられる澤山重夫氏に源水・屋敷・大ヶ口地区での状況変遷に関して、1月17日にお話を伺った。

- チリ津波による被災後、源水地区に公共施設の仮移設や、住宅地の建設が行われるようになった。
- 孵化場での施設強化による周辺住宅地での浅井戸枯れが起こり、増し打ちを行った井戸がある。
- 孵化場では、S63年の新ポンプ設置前は、大槌川から水を引いていた。（大ヶ口川を跨いでいた）その跡地は、道路兼排水路として利用された。
- 新ポンプは大槌川脇の中学校北に設置された。
- 源水地区では、浅井戸をまだ利用している人が多い。（水道局の資料でも、自家揚水のみを利用している世帯が30%近くある。深井戸の利用がどれだけかは不明）
- 源水川沿いと大ヶ口川上流沿いには、湧き水のある池が多くあった。水深も深かった。（写真-1は、熊野山神社の近くの大ヶ口川上流にみられるたまり。昔は1m以上水深があり、泳げた。）山際沿いに池が並んでいた。（これは、山からと被圧地下水からの湧水との両方の効果があったと思われるが、どちらが支配的であったかは、不明である。当時の池や源水川の水質データがあれば、推測可能である。）
- 大ヶ口川へは排水の直接流入があるが、大ヶ口地区の排水施設は今後改善が進められていく。
- 山際では、雨が降ると水が吹くところがきまっていたが、そのようなところの流出もなくなってきた。（これは山体での普段の地下水位が低下してきたことを示していると考えられる。）

湧水環境の大きな変化の要因に関わる事項としては、

- ・山体での水圧が変化している。
- ・浅井戸の水位低下は明らかである。
- ・河川環境が大幅に変わっている。
- ・深井戸の揚水がどのように関わっているかについては、お話からだけでは判断できない。

という事があげられる。



写真-3 大槌川堰堤と孵化場
送水路基礎跡



写真-4 現在の深井戸揚水ポンプ
(杉の木の左脇)



写真-5 大ヶ口川上流熊野山
神社の脇のたまり
(昔は水深1m以上あった)

4. 2 収集資料

関係機関・部署の協力の下、下記の資料を収集した。分析はまだ十分ではないが、速報として、そのリストと、これまでに抽出された情報を報告する。

○町建設課および釜石地方振興局（建設課経由） 資料

- ・水位月報（局）
 - 大槌川 大槌橋 1999.12-2003.1
 - 小槌川 古廟橋 1995.6-2003.1
- ・大ヶ口川特定小川災害関連工事 資料 H6・H7（局）（*）
（町営住宅線道路橋付近河床高 改修前 4.63m, 改修後 4.19m と 44cm の低下。）
- ・同 写真
- ・源水川河川改修基本設計業務委託報告書（H1）（町）
- ・H3 年度小槌川 三陸高潮対策設計業務委託報告書（局）
- ・H12 年度二級河川小槌川・小槌地区水位測定業務委託報告書（局）（**）
- ・小槌川水系流域懇談会資料（H14～）（局）
- ・ボーリングデータ
 - ・大槌川河畔，左岸（源水地区対岸，源水川合流点より 200m 上流）
（最大深 8 m，自由地下水帯のみ，護岸工事に伴う調査）
 - ・古廟橋基礎部（小槌川，道路橋および歩道橋，計 7 点，最大深 3.7 m）
標高 -25m 以深に，被圧帯水層（ローム混じり砂礫層）
 - ・源水川合流点水門（S60～61）（計 5 点，最大深 35m）
標高 -21m 以深に砂礫層＝被圧地下水（深井戸，自噴水に連続する層）

ボーリングデータからは，市街地と同様に，源水地区でも，被圧地下水帯があることが明らかになり，深さから，市街地のものまで連続していることがわかった。

資料（*）から，大ヶ口川の改修による，河床低下は最大 44cm（最下流の橋の位置）であったが，下流区間は殆ど低下していない。最下流の橋より上流ではやや水位低下した可能性がある。

また，資料（**）から，市街地での被圧地下水（自噴井に対応する帯水層）に関する情報が多く得られた。繰り返しになるが，以下の内容を得た。

- （1）小槌川から，平均水位（圧力水頭）は，沿岸で標高 1.3m，150m ほど内陸側でも 1.8m となっていることがわかった。海水面より大幅に高いこの水圧が，地表高（標高 1.3m～1.6m）をも超えており，豊かな自噴水をもたらしていることが明らかになった。
- （2）その地下水位は，降雨と，海水位（河川水位）の潮汐変動によって変化する。日平均水位の降雨による変化は 60cm 程度あり，これは城山供給側水位が上昇することが，主要な原因であると考えられる。海水位変動による水位変動は現れており，圧縮されて最大 50cm 程度であった。

○水道事業所 資料

- ・ S48 上水道事業経営変更認可申請書（抜粋，経緯，当時の情報）
- ・ 給水区域図・幹線配管図
- ・ 旧配管図，旧取水井平面図
- ・ S48 年新取水井平面図，側面図（水位情報，自然水位 4.97m）（*）
- ・ 調定件数・調定水量（地区別・用途別）内訳調書（H14 年度）（契約世帯数，水量）（**）
- ・ 行政区別人口（H15.3，世帯数含む）
- ・ 給水人口等推移（H3～H14 年度）（人口・世帯数）
- ・ 運転管理年報（揚水量，区域配水量の変遷，H1～H14 年度）
- ・ 大規模契約事業所水量情報（学校，病院の 3 箇所，H12-14 年度）
- ・ 地区毎月別給水実績（H14 年度）
- ・ 取水水位変動状況図（*）
（サンプル，H14.1.16 データ，ポンプ停止時 3.82m ポンプ停止時 3.62m）
- ・ 取水水位月報（月別最大・最小値，H2～H14）（***）
- ・ 源水・大ヶ口地区 自家水使用者現況図（H16.1 現在）

資料（*）から，水道事業所の取水は，大槌川伏流水（浅井戸）であることがわかった．自然水位（ポンプ停止水位）は，S48 から H14 にかけて 1.15m 低下したことになる．その原因としては，

- ①山での地下水位の低下，
- ②山際での第 2 帯水層（深井戸地下水，被圧地下水）からの水供給の減少，
- ③浅井戸の揚水量増大（本井戸での揚水も含む），
- ④大槌川水位低下，
- ⑤大ヶ口川河床低下，

が挙げられる．川沿いで，大ヶ口川と大槌川にはさまれた場所であることから，④または⑤であると考えられるが，大ヶ口の改修工事資料からは，河床低下量は殆どなく，最大で 40cm 程度であることから，大槌川の水位低下が最も疑わしい原因である．この地点は，床固め・取水堰の直上流にあたるため，その構造の変化（床固め，河道の改修）が大きな変化をもたらす．（それに関する直接の資料は未入手）

図-10 は，資料（***）から，平成 2 年以降の水道事業所（大ヶ口地区，大槌川脇）の取水水位の変遷を抽出したものである．特に傾向は見られないが，これは大槌川に非常に近いことから，河川水を揚水していることになるからであると考えられる．どれだけを陸側（山側）の浅井戸の水を奪っている事になるのかは，データからは不明であり，解析にゆだねられる．平成 6～7 年の水位低下は，大ヶ口川の改修工事に伴うものである可能性が高い．平成 12 年以降のやや低い傾向の原因は不明である．

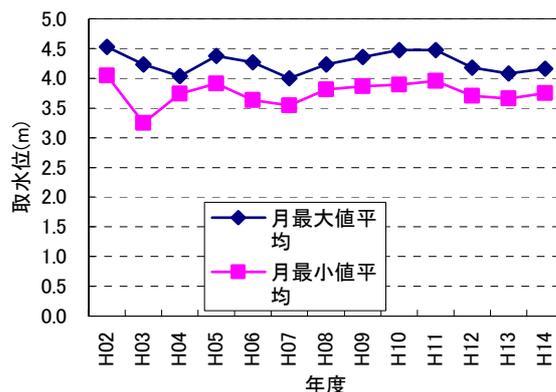


図-10 水道取水水位の最近の変遷

資料（**）から、源水・大ヶ口地区での水道の契約率を次表に抽出した。3割弱の家庭では、自家揚水のみで水を賄っていることがわかる。これは相当量であり、特に川から離れた家庭での揚水が多いと、浅井戸の水位低下に寄与する可能性がある。その総量推定と地下水解析によって、その効果を今後推定する事ができるであろう。

表-2 源水・大ヶ口地区の H14 年度の水道契約状況（一般世帯）

地区名	一般家庭分のみ		
	世帯数	契約件数	契約率
大ヶ口	60	8	13%
源水	134	95	71%
大ヶ口1丁目	306	233	76%
大ヶ口2丁目	151	126	83%
計	651	462	71%

○大槌消防署 資料

- ・月雨量データ（平成 11～15 年）

釜石気象観測所データ（H12 年度二級河川小鎚川・小鎚地区水位測定業務委託報告書）も合わせてみたところ、年間降雨量の経年変化にはトレンドが見られなかったが、かなりばらつきがある。

○大槌町漁業協同組合 資料（S63 年改修時図面）

- ・給水・配水設備配管図（2 区域）
- ・S63 新設井戸 廻りポンプ据付配管図（側面図）（*）
- ・同井戸 地質柱状図（ボーリングデータ）（*）

（*）の資料には、S63 年 8 月の自然水位と、H7 年 10 月の自然水位および同ポンプ運転時水位が併記されている。

S63年の新設井戸は、中学校グラウンド北側の大槌川堤防脇にあたる。3本設置された。

ボーリングデータから、地表からの深度20m以下の被圧地下水から揚水している。能力はこの地点だけで毎秒13.5m³/分と非常に大きい。(実績は不明) 地表高さは不明であるが、地表からの深度から見たときの、ポンプ運転時の水位は、下表のようであった。自然水位は、S63年8月25日とH7年10月23日とで比べると、76cm低下している。いずれも、孵化場稼動期間前であり、季節的には8月の方が他の家庭での地下水使用量が多い事、10月は9月の雨季の後であることを考えると、8年間での水位低下は、構造的な変化がもたらしていると考えられる。

表-3 井戸の水位

井戸番号	No.1	No.3
S63年8月25日自然水位	----	-1.46m
H7年10月23日自然水位	-2.42m	-2.22m
〃 7.5kW ポンプ運転時水位	-2.72m	-2.82m
〃 22kW ポンプ運転時水位	-4.22m	-5.02m

○そのほかのこれまでの入手資料・データ

- ・大槌町 ゼンリン住宅地図
- ・吉田尚・片田正人(1964)：5万分の1地質図幅説明書「大槌・霞露岳」, 地質調査所. ¹⁾
- ・後藤達夫(1964)：岩手県大槌町の地下水, 大槌町. ²⁾
- ・2万5千分の一 地形図 (デジタルデータ)
- ・大槌町 ホームページ掲載の各種データ

4. 3 水質調査

水質計測は、2つの方法で行った。

- ・携帯型センサによる計測・・・水温, EC (電気伝導度), pH, DO(溶存酸素濃度)
- ・採水による主要イオン分析・・・200~300mL 採水後, 研究室にて液体イオンクロマトグラフィー法で計測. 陰イオン6種と, 陽イオン7種

計測とサンプリングは、2003年6月8日, 2004年1月17日の2回行った。2回の計測は一部, 同地点ではないが, 沢水, 大槌川, 源水川, 図書館前自噴水を基準とする点として考えた。1回目の2003年6月8日のイオン分析データを次に示す。

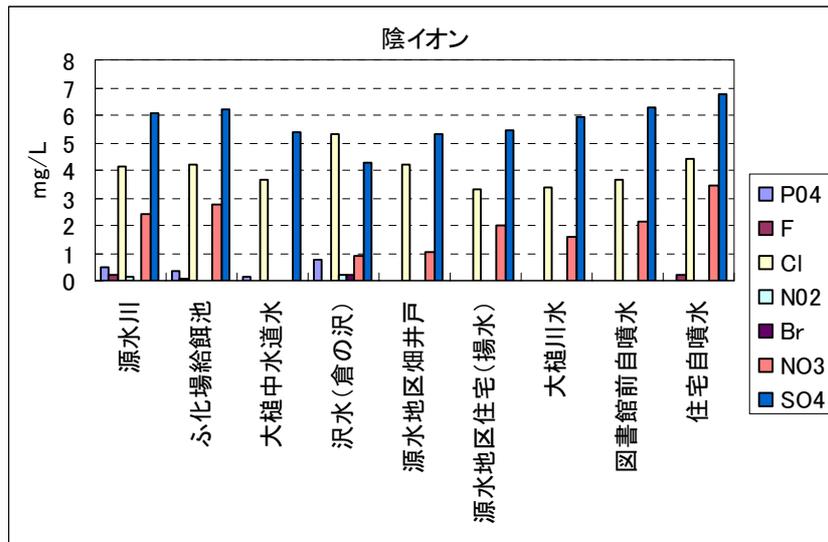


図-13 陰イオン

ここで、沢の水（山から出てくる水）は、マグネシウム・カルシウムの少なさが突出しており、リン酸と塩素イオンが多いのが特徴である。通常山側の方が地下水位が、不圧地下水（浅井戸の水）の水位のより高いので、後者の水が源水川には入ってこないと考え、この川の水の源は、山からの水と被圧地下水である。源水川の上流部にあたる孵化場給餌場（池、源水川）には噴砂がみられ、これが、山体からの深いところからの湧水なのか、深部の堆積砂礫層（川側、被圧地下水）からの湧水なのか、ということに問題は絞られる。

給餌場（源水川水源）と若干下流部での源水川とを比較すると、水源の方が深井戸の水質に近い、つまり、下流の方が山からの水の影響を多く受けている事から、**深井戸の水が湧水の正体である**との見方が正しいように思われる（下図）。山からの水が豊かであれば、水量も豊かになるが、湧水そのものは、深井戸の水圧が高くなるのが条件となる。

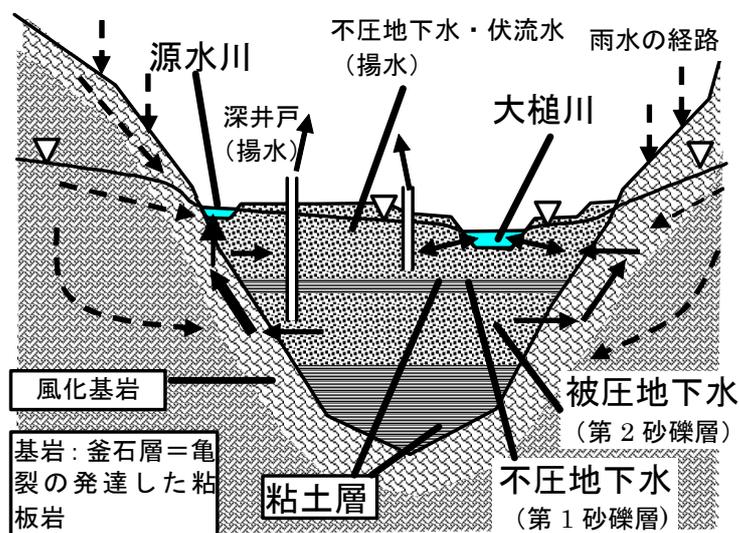


図-14 源水地区付近の堆積層分布と水の動きのモデル

5. まとめ

本年度の調査から、以下の事を認識する事ができた。

- ・ 源水地区にも、深井戸の層（第2帯水層、被圧地下水層）がある。
- ・ 水質から見ると湧水の素はこの被圧地下水でありそうである。
- ・ 孵化場では、この水を相当量利用している。その層での自然水位（ポンプ非稼動時期の水位）は平成7年までの8年間で76cm程度低下してきている。この層での水位（圧力）の低下は、源水川の湧水の低下の要因でありそうである。しかし深井戸の圧力低下の主要な原因を特定するには至っていない。
- ・ 亀裂の発達した、山体での地下水位も低下してきているようである。
- ・ 町の水道事業所では、源水・大ヶ口地区の浅井戸の層（伏流水・不圧地下水）から揚水している。
- ・ 水道事業所での水位低下は、S48年から1.15mもあった。その原因は明らかではないが、大槌川の水位低下が、有力な原因の候補である。
- ・ 源水地区全体での浅井戸の水位低下は定量的には把握されていないが、増し掘りを余儀なくされた過去があることから、揚水量の増加はその原因であろう。
- ・ それは、孵化場だけでなく、住居の増加と、自家揚水世帯が相当の割合（3割弱）あることも無視できない。

今後は、

- ・ 本年度調査・収集したデータの更なる整理
- ・ 資料収集（大槌川に関する情報）
- ・ 自家揚水している事業所・世帯での調査票・アンケートによる調査。
- ・ 水循環モデルの構築（どこをどれだけの水が回っているのかを数値で見してみる）
- ・ 大槌町の水の価値について、もっと見つめてみる。（一般的には良い水質であるが、何が特徴的か、何がよいのか。）
- ・ 海とのつながりに関する調査。（海底湧水の状況調査。豊かな水の海への貢献）

という事を行う必要がある。

参考文献

- 1) 吉田尚・片田正人(1964)：5万分の1地質図幅説明書「大槌・霞露岳」，地質調査所。
- 2) 後藤達夫(1964)：岩手県大槌町の地下水，大槌町。