

A Study on Junior High School Pupils' Cognition Concerning the Circulation of Water in Nature

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/23352

自然界の水の行方に関する中学生の認識の研究*

藤 則雄**・多賀みより***

A Study on Junior High School Pupils' Cognition Concerning the Circulation of Water in Nature*

Norio FUJI** and Miyori TAGA***

はじめに

中学校の生徒達は、これから学習することに対して日常生活の中で既にそれに関する知識を得て、自分自身のイメージを持っており、しかも、そのイメージは、その後の学習においてプラスになる場合もあるが、マイナスになる場合もあることが現代の理科教育において指摘されている。また、既に固定化されてしまったイメージを学習中や学習後に修正することもなかなか困難であると考えられている。そのため、生徒達がこれから学習することについてどのようなイメージを持っているかを明らかにすることは、授業設計上大変重要であると考えられる。

そこで、本調査では、身近ではあるが、空間的に広くとらえにくい気象教材に着目し、生徒達が持っている自然現象に対する考え方を明らかにしようと考えて、今回の調査を行い、その結果をまとめた。

I 目的

理科で培われる概念のうち、時間と空間の概念を育てることは、自然を認識するうえで重要なことの一つである。特に、気象教材においては、このような立場に立った考え方が必要とされている。

気象教材の先行研究は数多くあるが、雲・雨

・自然蒸発などの個々の自然現象を一つ一つ取り出したり、あるいは、二つの現象を取り出した研究が多く、気象を自然界全体の水の循環として大きくみている研究は少ない。

そこで、本調査では、生徒達が個々の自然現象についてどのような考え方をしているのかを明らかにし、その上で自然界という大きな時間や空間において、それ等の知識をどのように結び付けているのか、水の循環をどのようにとらえているかを明らかにすること、および、気象教材学習後の生徒達の考え方の変容についても調べることを本研究の目的とした。

II 調査方法

1 調査内容

調査は、質問紙調査で、次頁に示したように問題1～問題4より成りたっており、それぞれの問題の意図は、次に示す通りである。

問題1は、雲に関する問題である。(1)・(2)は、とらえがたい雲という事象を生徒がどうとらえているかを明らかにするための質問である。図と文章により説明を求めることで、生徒の考え方をより判断しやすいようにした。(3)は、雲を水の循環の一部としてとらえているかどうかを明らかにするためのものである。

問題2は、雨に関する問題である。(1)・(2)

*平成5年度全国地学教育研究会・日本地学教育学会第47回全国大会(平成5年8月18日、於金沢大学)にて研究発表

Contribution from the Department of Earth Sciences, Faculty of Education, Kanazawa University; New Series No.151.

**金沢大学教育学部地学教室

***石川県内灘町立内灘中学校

調査問題

〔問題1〕

(1) 雲を虫めがねなどで大きくしてみると、どのように見えると思いますか。図と文章で説明してください。

〔図〕

〔説明〕

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(2) 雲は何からできていると思いますか、説明して下さい。図を用いてもかまいません。

(3) (2)で答えた雲をつくっているものは、どこから来たもの(どこにあったもの)だと思いますか、説明して下さい。

〔問題2〕

(1) 雨は、雲のどこにあって、どのようにしてつくられるか、図と文章で説明して下さい。

〔図〕

〔説明〕

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(2) 雨が降っている時、雲の中はどのようになっていますか、図と文章で説明して下さい。

〔図〕

〔説明〕

.....

.....

.....

.....

.....

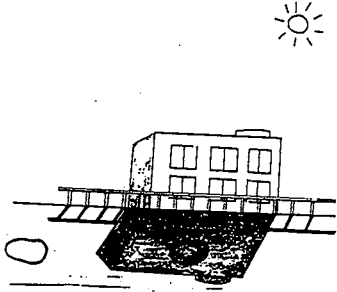
.....

(3) 雨が降ると雲の大きさはどうなりますか、説明して下さい。図を用いてもかまいません。

(4) 雲は空に浮かんでいるのに、どうして雨は降ってくるのですか、説明して下さい。図を用いてもかまいません。

〔問題3〕

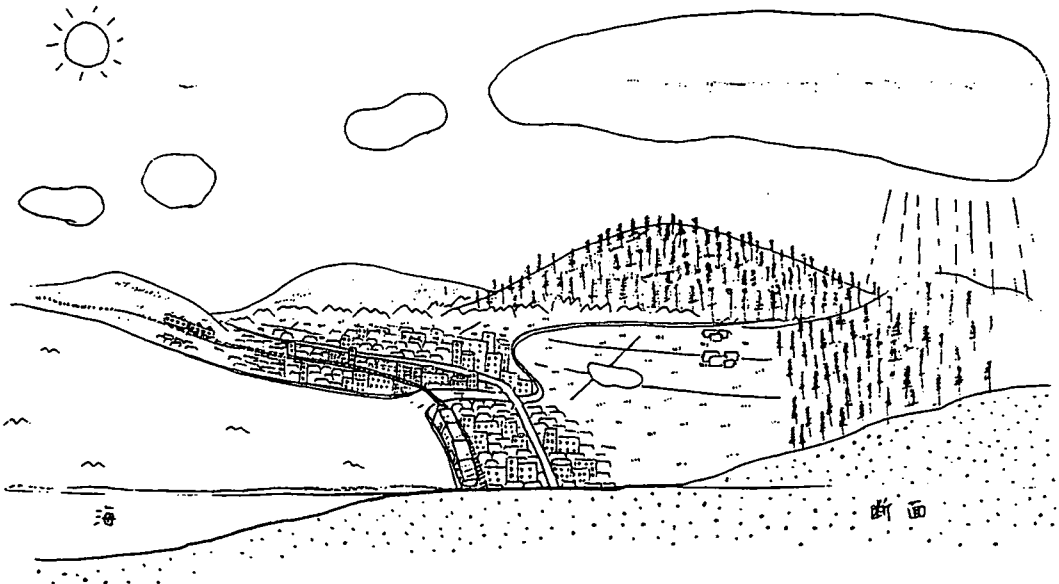
- (1) 日なたと日かげに同じ大きさの2つの水溜りがあります。どちらの水溜りが早くなくなるといいますか、また、そう考えた理由を書いて下さい。



- (2) なくなった水はどうなってしまったと思いますか、説明して下さい。図を用いてもかまいません。

〔問題4〕

- 図に示したように雨が降っています。この降った雨の水は、どうなりますか。今から数日後の間に起こることを、すべて図の中に書き入れたり、文章で説明して下さい。



は、生徒が、雨の降る現象（降雨現象）をどのようなイメージでとらえているか、(3)・(4)は、雨と雲とをどのように関係づけてとらえているかを明らかにするための問題である。

問題3は、水の自然蒸発に関する問題である。(1)は、水たまりの水が時間が経過するにしたがって少なくなっていく現象を常温での水の蒸発（または、水の自然蒸発）と関係づけてとらえることができるか、また、それを「日なたと日かげ」の学習とどのように結び付けてとらえているのかを明らかにするための質問である。

(2)は、水の自然蒸発を水の循環の一部としてとらえているかを明らかにするための質問である。

問題4は、自然界全体の水の循環に関するものである。問題1(3)、問題3(2)は、各々の現象を水の循環の一部としてとらえているかを明らかにするための質問であった。ここでは、雨が降ったという現象から水の行方を追うことにより、水の状態変化をどのように全体的にとらえているかを明らかにするためのものである。

2 調査対象

授業以前の調査は石川県内のA中学校2年生の3クラス、計105人を対象とした。また、授業後の調査は、時間割の都合上、同中学2年生1クラス37人を対象とした。

3 調査時期

授業前の調査は、1992年12月上旬の各クラスの授業時間を使用して行った。授業後の調査は、1993年3月上旬の授業時間を使用して行った。

調査に要した時間は、45分間であった。

4 授業

授業は、1993年1月～3月に、総時数16時間（うち、水の行方関係は5時間）かけて次の①～③に留意して行った。

なお、単元名は、「天気の変化」である。

① 単元全体を通して課題意識を持たせること
「雲のでき方」、「雨の降る仕組み」のようなトピックス的な授業ではなく、水の循環を考える上で雲のでき方や雨の降り方を学習していることを常に確認しながら授業を進めていくようにした。

② 実験可能なものはできるだけ実験する。

「フラスコ内で雲をつくる実験」については、実際の現象のどの部分にあてはまるかを考えさせた。また、水蒸気が目に見えないことは、小学校で学習しているが、湯気を加熱して確かに見えなくなることを確認したりした。

③ モデル図を取り入れること

目で見えない水蒸気について取り扱うことになるので、モデル図を使い、視覚的に取り扱えるようにした。

Ⅲ 解析

1 回答の分類結果

問題1～問題4に対する生徒の回答を解析した結果、次のように分類することができた。

問題1—(1)

- A：雲を粒子的にとらえている
B：雲を連続的にとらえている
AB：雲を粒子的、連続的の両方でとらえている
C：その他
着目している点
a：具体的物質 [1—小さい水滴 2—水の塊 3—氷 4—水蒸気 5—空気 6—霧 7—結晶 8—粒 9—ゴミ]
b：形 [1—もやもやしている 2—もこもこしている 3—すき間がある 4—その他]
c：色 [1—透明 2—白 3—黒 4—白+青 5—白+いろいろな色 6—雲によって違う]
d：動き—動き回っている

問題1—(2)

- A：水に関するもの [1—水 2—水蒸気 3—氷 4—雪 5—水の蒸発したもの 6—雨 7—湿気 8—湯]
B：気体 [1—霧 2—酸素、水素、窒素 3—空気 4—分子]
C：煙・埃
AB AC ABC D：その他

問題1—(3)

A： 地上からのもの [1—海 2—海，
川，湖 3—水のある所すべて 4—
地面，地上 5—人工的なもの（工場
など）]

B： 大気空間からのもの [1—空気中 2—
上空の上]

C： 大きな水の循環に関するもの

AB AC D： その他

問題2—(1)

*雨の生成方法

N： ふれていない

O： 液体になるから

P： 粒が大きくなるから

Q： 容量・重量が最大になったから

R： 温度のため

T： その他

*雨を作るもの

N： ふれていない

A： 雨は雲からできている

B： 雨は雲以外のものからできている

*雨が生成される場所

N： ふれていない

X： 雲の中

Y： 雲の外

問題2—(2)

A： 雲と雨は関連している

a： 雲は雨をつくるものである

b： 雲は雨を貯めるものである

c： 雲は雨の通り道である

B： 雲と雨は関連していない

C： その他

N： 解答なし

問題2—(3)

A： 小さくなる

B： 大きくなる

C： 変わらない

D： その他

問題2—(4)

A： 雲と雨を関連づけていないもの

B： 雲と雨を関連づけているもの

C： その他

D： 解答なし

問題3—(1)

A： 日が当たる（太陽光線）

B： 温度

C： 水温

D： 熱

E： 日なたは蒸発しやすい

AB

問題3—(2)

A： 上空にいく

B： 地中にしみ込む

AB

問題4

A： 水は姿を変えて循環しているものである（蒸発して雲をつくり，同じ現象を繰り返す）

B： 水は姿を変えていくものだが，循環はしていない（半循環）

a： 蒸発して雲になるまで

b： 蒸発するまで

*蒸発する場所

ア： 海からの蒸発のみ

イ： 地面からの蒸発のみ

ウ： 雨が降った場所での蒸発のみ

エ： いろいろな場所からの蒸発

C： 雨は水のままであり，状態は変化しない

c： 水の流れを追う [1—川から海に流れる 2—地表を流れる 3—地中にしみ込む]

d： 雨が降った後の観察 [1—土が湿る 2—田が水びたしになる 3—一川や海の水かさが増える]

D： 雲は蒸発によりできることと雨が降る

こととの2つの現象は無関係な現象である

N： 解答なし

2 授業前の回答の解析結果

①問題1—(1)

雲を粒子的にとらえている生徒は全体の58%で、連続的にとらえている生徒は44%である。また、粒子的・連続的の両方にとらえている生徒は0.05%である。雲をとらえるのに、複数回答で64%が具体的な物質に、また、25%が色に着目している。具体的な物質に着目した生徒の24%が小さい水滴であると答え、その他としては、霧・水蒸気などと答えている。

雲を粒子的にとらえている生徒の多くが具体的物質に着目し、その中でも小さい水滴であると答える生徒が多いのに対し、雲を連続的にとらえている生徒は、具体的物質に着目している生徒と色に着目している生徒に分かれ、具体的物質の中でも霧であると答える生徒がほとんどである。

②問題1—(2)

雲を作っているものについて、複数回答で78%が水に関するものであると答えており、10%が気体と答えている。その他に、1%が煙やほこりと答えている。また、水に関するものうち、55%が水蒸気、または、水の蒸発したもので、25%が水と答えている。また、このうち水に関するものと他のなにかを共に挙げたのは、10%である。

③問題1—(3)

雲を作っているものがどこから来るかについて、全体の77%の生徒が地上からのものと答えている。また、7%が大気空間からのものと答えている。地上からのものと答えている生徒のうち複数回答で62%が海・川など水に関する所を挙げている。そのうち海からであるとしている生徒が29%と多い。

④問題2—(1)

生徒の回答を雨の生成方法、雨を作るもの、雨が生成される場所の3つの面からみていくことにした。

雨の生成方法については、触れていない生徒が40%もいるが、23%の生徒は気体が液体になるからと答えている。雨を作るものについては、触れていない生徒が28%いたが、61%の生徒が雲からできていると答えている。また、雲以外のものからできていると答えている生徒は、具体的なものとして水分を挙げている。雨が生成される場所については、83%の生徒が雲の中と答えている。さらに、詳しく場所を指定したのはそのなかの74%で、そのうちの55%は、雲全体であると答えているが、部分的に雲の下の方と答えている生徒が25%いる。

⑤問題2—(2)

雨が降っている時の雲の様子について、雲と雨とを関連づけて答える生徒は、61%いた。その中でも、雲と雨の関連の仕方により大きく3つに分けることができる。雲は雨を作るものであると答えている生徒が37%、雨を貯めるものであると答えている生徒が31%、雨の通り道であると答えている生徒が7%である。そして、雲と雨を関連づけて答えていない生徒では、58%が雲の状態を、42%が雲の変化の様子を答えていた。

⑥問題2—(3)

雨が降った後の雲の大きさについて、73%が小さくなると答えており、22%の生徒は大きくなると答えていた。また、3%の生徒は変わらないと答えていた。

⑦問題2—(3)

雲は空に浮かんでいるのに、雨は降って来ることについて、雲と雨とを関連づけて理由を答えている生徒が30%いるのに対し、関連づけていない理由を答えている生徒は、57%いた。前者においては、雨が降るのは水滴が集まって重くなるから、雲が浮かぶのは水蒸気だからと答える生徒が多い。後者においては、雨が雲の浮かんでいられる限界量を越えるからと答える生徒が32%と最も多い。

⑧問題3—(1)

日向の水溜りの水が早くなくなる理由については、42%の生徒が日が当たること、22%の生徒が温度、7%の生徒が熱を挙げている。ま

た、10%の生徒が日向は蒸発しやすいことを理由に挙げていた。

⑨問題3—(2)

水溜りの水の行方については、86%が上空にいくととらえており、その中でも37%が雲になる、27%が蒸発する、20%が空に漂うと答えている。また、9%が地中にしみこむととらえている。

⑩問題4

水の循環については、図で水の循環として説明している生徒は、複数回答で16%であった。水の状態変化は説明しているものの循環については説明していない生徒は複数回答で17%で、その中でも蒸発して雲になるまで説明しているのは76%、蒸発するまでを説明しているのは18%であった。蒸発する場所については、海と答えている生徒は、44%、次にいろいろな場所と答えている生徒は26%と多かった。海と答えている生徒は、図で水の循環として説明している生徒に多く、いろいろな場所と答えている生徒は図で水が蒸発して雲になるところまで説明し

ていることが多い。雨は水のままであり、状態の変化はないと説明している生徒は、複数回答で64%いた。特に雨が降ってからの水の流れを追った生徒が多く、具体的には、地中にしみこむ、川から海に流れる、地表を流れるといった答えであった。雨が降った後の様子を答えたものでは、川や海の水が増える、土が湿るなどがあつた。

3 授業後の回答の解析結果

①問題1—(1)

雲を粒子的にとらえている生徒は、全体の78%で、連続的にとらえている生徒は、0%、また粒子的、連続的の両方にとらえている生徒は14%である。雲をとらえるのに、複数回答で94%が具体的な物質に着目している。具体的物質に着目した生徒の30%が小さい水滴、28%が氷と答え、その他としては、水蒸気と答えている。また、14%が雲を粒子的、連続的の両方にとらえており、それ等の生徒達は、雲は霧からできていると考えていることが多い。

表1 問題1—(1)

雲の捉え方	%	着目している点																					
		a: 前64% 後94%										b: 前6%後1%				c: 前25% 後6%						d: 前1% 後0%	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	
前A:	58	24	0	2	5	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	1	1
後A:	78	30	0	28	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
前B:	44	1	1	0	1	0	15	0	0	0	4	1	1	1	2	10	1	1	1	2	0	0	0
後B:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
前AB:	0.05	2	0	2	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
後AB:	14	1	0	1	0	0	25	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
前C:	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
後C:	7	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0

表2 問題1—(2)

	%	1	2	3	4	5	6	7	8
前A	78	25	54	4	1	15	2	1	1
後A	100	64	23	0	0	13	0	0	0

	%	1	2	3	4
前B	10	30	30	30	20
後B	0	0	0	0	0

その他
 前 C 1% AB 6%
 AC 3% ABC 1%
 D 1%
 後 上記すべて0%

表3 問題1—(3)

	%	1	2	3	4	5
前A	77	28	22	12	32	6
後A	88	34	38	28	0	0

前 B: 7 C: 6 AB: 4 AC: 1 D: 6
 後 B: 6 C: 0 AB: 2 D: 0

②問題 1—(2)

雲をつくっているものについて、複数回答で100%が水に関するものであると答えている。水に関するものうち、36%が水蒸気または、水の蒸発したもの、64%が水と答えている。

③問題 1—(3)

雲を作っているものがどこから来るかについて、全体の88%の生徒が地上からのものと答えている。また、6%が大気空間からのものと答えている。地上からのものと答えている生徒のうち複数回答で100%が海、川など水に関するところを挙げている。そのうち海、川、湖からであるとしている生徒が38%と最も多く、次いで海からであるとしている生徒が34%である。

④問題 2—(1)

生徒の解答を雨の生成方法、雨を作るもの、雨が生成される場所の3つの面から見ていくことにした。

雨の生成方法については、41%の生徒が粒が大きくなるからと答えている。また、37%の生徒が粒と粒がくっついて上昇気流で支えられなくなったと答えている。雨を作るものについては、100%の生徒が雲からできていると答えている。雨が生成される場所については、94%の生徒が雲の中と答えている。場所は、雲全体であると答えている生徒が殆どである。

⑤問題 2—(2)

雨が降っている時の雲の様子について、雲と雨とを関連づけて答える生徒は、82%いた。その中でも、雲と雨の関連の仕方により大きく3つに分けることができる。雲は雨を作るものであると答えている91%、雨を貯めるものであると答えている者が6%、雨の通り道であると答えている者が1%である。

⑥問題 2—(3)

雨が降った後の雲の大きさについて、59%が小さくなると答えており、18%の生徒は大きくなると答えていた。また、15%の生徒は変わらないと答えていた。

⑦問題 2—(4)

雲は空に浮かんでいるのに、雨は降ってくることについて、雲と雨とを関連づけて理由を答

表4 問題 2—(1)

*雨の生成方法		
	前%	後%
N	40	6
O	23	12
P	16	41
Q	11	37
R	3	0
T	7	2
*雨を作るもの		
	前%	後%
N	28	0
A	61	100
B	11	0
*雨が生成される場所		
	前%	後%
N	10	6
X	83	94
Y	8	0

表6 問題 2—(3)

	前%	後%
A	73	59
B	22	18
C	3	15
D	2	9

表8 問題 3—(1)

	前%	後%
A	42	16
B	22	2
C	7	0
D	18	27
E	10	29
AB	1	0
F	0	9
N	0	13

表5 問題 2—(2)

雲と雨の関連	雲の役目	
	前	後
	61% A	82%
a	37	91
b	31	6
c	7	3
	B	
	31%	15%
	C	
	7%	0%
	N	
	1%	3%

表7 問題 2—(4)

	前%	後%
A	57	11
B	30	80
C	10	3
D	3	6

表9 問題 3—(2)

	前%	後%
A	86	96
B	9	2
AB	6	0
C	0	2
N	0	0

えている生徒が80%いるのに対し、関連づけなしの理由を答えている生徒は、11%いた。前者においては、雨が降るのは水滴が集まって重くなり、上昇気流で支えられなくなったからと答える生徒が多い。雲が浮かんでいることについては、露点以上は、水蒸気になって見えないので雲が浮かんでいるように見えると答える生徒が多い。後者においては、雨は重いから落ちてくると答える生徒が多い。

⑧問題3-1)

日向の水溜りの水が早くなくなる理由については、27%の生徒が熱を、29%の生徒が日向は蒸発しやすいことを理由に挙げていた。9%が日向の方が日陰よりも飽和水蒸気量が大きいので蒸発しやすいと答えていた。

⑨問題3-2)

水溜りの水の行方については、96%が上にくくとらえており、その中でも29%が蒸発する、水蒸気になると答えており、15%が雲になると答えている。

⑩問題4

水の循環については、図で水が循環しているとして説明している生徒は、複数回答で65%であった。水の状態変化は説明しているものの循環については説明していない生徒は複数回答で26%で、その中でも蒸発して雲になるまで説明しているのは89%、蒸発するまでを説明しているのは15%であった。蒸発する場所については、海と答えている生徒は48%、次にいろいろな場所と答えている生徒が38%と多かった。海と答えている生徒は、図を水の循環として説明している生徒に多く、いろいろな場所と答えている生徒は図を水が蒸発して雲になるところまで説明していることが多い。雨は水のままであり、状態の変化はないと説明している生徒は、複数解答で64%いた。特に、雨が降ってからの水の流れを追った生徒が多く、具体的には、地中にしみこむ、川から海に流れるという答えであった。

IV 考察

1 授業前後の比較

①問題1：雲について

授業前には、(2)(3)の結果から生徒の多くは雲は、主に海などの地上の水が原料となっており、水は、水蒸気や水の蒸発したものの形をとっていると考えている。(1)の結果から、約60%いる雲を粒子的にとらえている生徒は、雲を拡大して見ると小さい水滴や水蒸気のような具体物であると考えていることが多い。また、約40%いる雲を連続的にとらえている生徒は、霧といった具体的物質の他に白という色に着目していることが多い。雲を連続したものとしてとらえている生徒は、日頃自分達が眺めている晴れた空に浮かんでいる雲を基に想像したようである。

授業後は、雲を粒子的にとらえている生徒が約80%になり、その殆どが雲を拡大して見ると、小さい水滴や氷といった具体物であると考えている。雲を連続的にとらえている生徒は、全くいなくなった。しかし、雲を粒子的・連続的の両方にとらえている生徒は、授業前より増えている。これは、日頃自分達が眺めている雲を基に想像したものと、授業で習った雲とを自分なりに矛盾なく結び付けようとした結果であると考えられる。

また、生徒は雲の原料は主に海などの海洋の水であり、水は水滴や氷の形をとっていると考えている。しかし、(2)で雲を作っているものとして水蒸気を挙げる生徒がいるのは、日常生活で湯気と水蒸気とを混同して使っており、その考え方が授業後も変化しなかったためであると考えられる。(3)で雲の原料の供給場所として海以外の場所も含めて挙げる生徒が60%近くに達しているが、まだ丸暗記的に海からと答える生徒が約1/3いる。また、(3)で大気からと答えている生徒は、大気中の水蒸気が凝結したと答えている。

②問題2：雲と雨について

授業前に雨が降っている時の雲の中の様子を尋ねると約60%の生徒が雨と雲を関連づけてとらえているが、雲のはたらきといえ、雨を作るもの、雨を貯めるもの、雨の通り道となるもの様々に考えているものようである。

また、約40%の生徒は雨と雲を関連づけていない。降雨現象については、水蒸気が大きくなったり、液体(水)になったりして重くなって落ちてくるので雨が降ると考えている生徒が多いものの、雲が浮かんでいる限界や雨を貯められている量の限界を越えると雨が降ると考えている生徒もいる。

授業後、雨が降っている時の雲の中の様子を尋ねると約80%の生徒が雨と雲を関連づけてとらえており、それらの生徒は雲のはたらきは、雨を作るものととらえている。雲は空に浮かんでいるのに、雨は降ってくることに、雨が降るのは水滴が集まって重くなり、上昇気流で支えられなくなったからと答える生徒が多い。雲が浮かんでいることについては、露点以上は、水蒸気になって見えないので雲が浮かんでいるように見えると答える生徒が多い。

この問題は、生徒にとって今まで考えたことがないことであり、答えるのが難しかったらしく、授業後になって初めて答えられるようになったようである。

③問題3：水溜りについて

(1)において、全ての生徒が日向の方が早く水溜りの水はなくなると答えている。その理由として日が当たるからと答えた生徒は約40%いるが、もう少し詳しく、温度や水温、熱のことに触れた生徒もいる。小学校での「日なたと日かげ」の学習の効果や日常生活での経験によってそれぞれ自分なりの理由づけがなされていることが伺われる。

授業後の日向の水溜りの水が早くなくなる理由として日が当たるからと答えた生徒は約16%と少なくなり、もう少し詳しく、熱や飽和水蒸気量のことにも触れた生徒もいる。また、授業前には見られなかった温度と熱の使い分けをする生徒もでてきた。

授業後、(2)では、ほぼ全ての生徒が水溜りの水は蒸発すると答えている。小学校での「日なたと日かげ」の学習の効果や日常生活での経験によって、それぞれ自分なりの理由づけがなされていることに加え、授業での補強があってより確かな知識となったようである。

④問題4：水の循環について

水は循環するものではなく、雨は水のままであると考えている生徒達が一番多く64%であった。これ等の生徒達は、実際に日常目にするのできる現象(川に流れる、地表を流れるなど)のみをとらえ、目で見えない水蒸気や推測によって全体像をとらえる水の循環については、イメージを全く持っていないと考えられる。

また、水は半循環しているとして、雲になるまでを考えている生徒は、17%であるがそのほとんどが蒸発して雲になるまでを考えていた。ただし、問題文中にある「数日後の間」という期間をどれくらいの長さにとらえるかは、生徒により異なっているため、この半循環という考え方をしているように見える生徒の中には、水が循環していると考えている生徒がいるかも知れない。降った雨が蒸発し、それが雲になり、その雲が雨を降らすという循環を考えている生徒は、16%いる。

この半循環と循環の考え方を持っている生徒を水の蒸発する場所ごとに4通りに分けることができる。1つめは、海からの蒸発のみを考えているタイプで44%存在する。2つめは、地面からの蒸発のみを考えているタイプ(19%)、3つめは、雨が降った場所からのみの蒸発を考えているタイプ(3%)、4つめは、いろいろな場所からの蒸発を考えているタイプ(34%)である。これ等4つのタイプの中で一番多いものが海からの蒸発のみを考えているタイプで、雨が降り、その水が海へ流れ、海から蒸発し、それが雲になり、また、雨を降らすという1つの循環による説明である。この海からの蒸発のみを考えるという1つの筋道だけをたどる答えは、自然現象の中で水の循環を考えた時、一番大きな割合を占めるものであり、ある意味では水の循環をうまくとらえているといえる。しかし、水の循環の学習においては、実際に循環の全体像を見ることは難しく、教科書や資料から得る知識になってしまうという現状を考えると、この水の循環を1つの輪によって説明する生徒は、暗記した知識をそのまま答えているにすぎないと思われる。水の行方を雲までの蒸

表10 問題4 授業前

循環について %		蒸発する場所			
		ア44	イ19	ウ3	エ34
A : 16		45	19	3	26
B : 17	a : 76	38	15	3	42
	b : 24	38	38	0	22
C : 64	c : 82	1.35	2.19	3.46	
	d : 18	1.26	2.13	3.35	4.26
D : 1					
N : 0.05					

表11 問題6 授業後

循環について %		蒸発する場所			
		ア48	イ6	ウ0	エ38
A : 65		68	0	0	32
B : 26	a : 89	25	25	0	50
	b : 11	0	0	0	100
C : 6	c : 100	1.50	2.50	3.0	
	d : 0	1.0	2.0	3.0	4.0
D : 3					
N : 0					

発ととらえている生徒の方が、蒸発する場所を海からだけと限定するのではなく、いろいろな場所と答えている。これ等の生徒は、水の行方を循環としてはとらえていないものの、知識の丸暗記ではなく、一つ一つの現象を追いかけてながら考えているようである。また、雨が降った後の水の行方を水の状態のまま追っている生徒が多いのは、それ等の現象が日常身近に目にすることができ、実際には見ることができず、推測によって全体像をとらえる水の循環という見方に比べ、とらえやすいからであると思われる。

授業後では、水は循環するものではなく、雨は水のままであると考えている生徒達が一番少なくなった。これ等の生徒達は、実際に日常目にするのであつた現象のみをとらえ、目で見えない水蒸気や推測によって全体像をとらえる水の循環については、授業後もイメージを持てなかつたと考えられる。しかし、それ等の生徒も少なくとも水の流れを追うことができるようになった。

また、水は半循環しているとして、雲になるまでを考えている生徒は、26%と増えているが、その殆どが蒸発して雲になるまでを考えていた。ただし、問題文中にある「数日後の間」という期間をどれぐらいの長さにとらえるかは、生徒により異なっているので、この半循環という考え方をしているように見える生徒の中には、水が循環していると考えている生徒がいるかもしれない。

循環を考えている生徒は、65%に増えた。

この半循環と循環の考え方を持っている生徒を水の蒸発する場所ごとに、主に2通りに分けることができる。一つめは、海からの蒸発のみを考えているタイプで48%存在する。二つめは、いろいろな場所からの蒸発を考えているタイプで38%である。前者の生徒は、教科書では海からの蒸発が強調されていることから暗記した知識をそのまま答えているにすぎないと考えられる。

後者は、日常生活で見られる事柄を一つ一つ結び付けて考えられるようになったか、授業の結果新しい知識を得たかのどちらかであろう。

V 総括および今後の課題

授業前に多くの生徒は、実際よく目にする事柄（水溜りの水が早くなくなる等）について、それぞれの現象を、科学的に正しいものばかりではないが、生徒なりに筋の通った説明をしている。また、生徒は地上での水の状態変化や流れなどを日常の生活の中で関連のない別々の現象として体験している。そして、それに存在する雲・雨については、雲や雨についての本などからの情報やその情報からの推測によりとらえていることが多い。これ等のまとめとして、学習される水の循環は、教科書や資料による図や数字の解説で済まされていることが多いように思われる。その結果として、多くの生徒が、雲を作っているものは地上から来た水であると答え、水溜りから蒸発した水の行方については、上にいくと答えているものの、全体の水の行方を大きく聞いている問題4では、これ等の答えが繋がっていないものになっていたり、一つ

の流れしかもたない水の循環という知識におき代わっていたりすると考えられる。

授業後では、日常生活で生徒なりに筋の通った説明がつけられていた知識と授業で習った知識とが矛盾なくつながり、より確かな知識として定着したといえる。

しかし、生徒なりの筋の通った説明と授業で習ったことがかけ離れている場合、生徒はもとの自分の説明に固執したり、そのあいだをとって新しい自分なりの説明を考え出すようである。そのためか、問題4の授業後では、水は循環するものではなく、雨は水のままであると考えている生徒達が一番少なくなった。また水は半循環しているとして、雲になるまでを考えている生徒は、増えて26%となったが、問題文中にある「数日後の間」という期間をどれくらいの長さにとらえるかは、生徒により異なっているため、この半循環という考え方をしているように見える生徒の中には、水が循環していると考えている生徒がいるようである。

水が循環していると考えようになった生徒は、65%に増えた。

この半循環と循環の考え方を持っている生徒を水の蒸発する場所ごとに、主に2通りに分けることができる。一つは、海からの蒸発のみを考えているタイプで、二つは、いろいろな場所からの蒸発を考えているタイプである。前者の生徒は、暗記した知識をそのまま答えているにすぎないとも考えられる。また、後者の生徒は、日常生活で見られる事柄を一つ一つ結び付けて考えられるようになったか、授業の結果新しい知識を得たかのどちらかであろう。その中でも授業前に水は循環すると考えていた生徒や半循環の考えを持っていた生徒達は、図中の水の蒸発する場所が増え、水の循環についての科学的に正しいイメージを確立したようである。

目で見ることができなく、推測によってしかとらえられない水の循環の学習では、授業で学んだ知識と現象とをうまく結び付けている生徒と、それ等が結び付いていない生徒とに分かれた。そこで、水の循環においては、雲、雨、水溜りの水の蒸発、コップにつく水滴などの水の

蒸発に関するいろいろな現象を循環の流れの中の一つとして位置づけ、関連づけた学習を展開していく必要があると考えられる。

そのためには、ビデオなどの映像・実験を多く取り入れた学習を展開していく必要があると考えられる。

また、授業後の調査は、授業終了直後であったため、もっと時間が経った時の生徒の反応についても追跡調査すべきである、と考えられる。

参考文献

- (1) 森本信也、「理科授業における学習者の Preconception の変容に関する一考察—「水の状態変化」を事例として—」, 日本理科教育学会研究紀要, Vol.30 No.2, 1989, PP.1~7.
- (2) 松浦典文・遠西昭寿、「水の沸騰・蒸発・結露に関する子供の認知」, 日本理科教育学会研究紀要, Vol.1 No.3, 1987, PP.1~9.
- (3) 磯野晋,『「水の自然蒸発」の指導』, 理科の教育, 1991, PP.20~23.
- (4) 彌崎正実,「科学的な見方や考え方を深め, 日常生活との関連を図る指導法の研究—小学校4年『自然界の水の変化』における指導を中心として—」, 理科の教育, 1991, PP.38~42.
- (5) 高橋俊明・永井秀二,「小学校理科における『自然界の水の変化』での教材の開発」, 理科の教育, 1990, PP.40~43.
- (6) 斉藤有厚,「小学校4年: 雲のでき方を中心とした『自然界の水の行方』の展開試案」, 理科の教育, 1990, PP.25~28.
- (7) 稲垣成哲・塩崎恵理,「日常的な自然現象に関する子どもの理解について—小学年における降雨モデルの検討—」, 日本理科教育学会研究紀要, Vol.29 No.2, 1988, PP.25~34.
- (8) 浦野弘,「気象教育の問題点とその改善のために—日常生活と結びついた気象教材—」, 理科の教育, 1991. 9, PP.16~19.
- (9) 河原富夫,「児童・生徒の発達と気象概念の育成」, 理科の教育, 1991, PP.8~11.
- (10) 日本地学教育学会第47回全国大会実行委員会,「平成5年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会第47回全国大会研究発表要旨」, 1992, PP.1~137.