

浮力・浮き沈みの判断理解とその指導に関する研究

平野研究室 金澤 太紀

I. 研究の背景と目的

平成 20 年度改訂中学校学習指導要領において、新しく浮力やそれにかかわる内容を扱うことが示された。これは、浮力に関する学習経験がない教員でも、その内容を教えなければならないということを示しており、全ての教員が浮力に対し正しい認識をもつことの必要性を明らかにしている。

しかし、物体にはたらく浮力の大きさ判断に関して、住友らは物体が水面に対して底面積が広がるような平たい形状であるほど水の抵抗が増加し、浮力が大きくなるという考えの存在を明らかにしている¹⁾。また堀は、水圧は水面からの深さが深いほど大きい²⁾のだから、浮力も深いほど大きいという考えの存在を明らかにしている²⁾。新里らは、軽い物体には大きな浮力がはたらくという考えと、重い物体に大きな浮力がはたらくという考えがどちらも存在しているということを明らかにしており、さらに物体の浮き沈みに関して、浮き上がる物体に浮力は働くが沈んでいく物体には浮力が働かないという考えの存在を明らかにしている³⁾。このように、浮力の大きさ判断や物体の浮き沈みに対しては間違った考えをもちやすいということが先行研究から示されている。しかし、これらの研究では、物体の浮き沈みを判断するときに用いられる考えと、浮力の大きさを判断するときに用いられる考えがどうかかわっているのかという点について分析していない。

そこで本研究では、物体にはたらく浮力の大きさ判断や浮き沈みに対して、中学校で浮力を学習しておらず、教員を志望している大学生がどのような考えをもっており、それらがどうかかわっているのか分析し、浮力を指導する際に配慮すべき事柄について考察していくことを目的とする。

II. 研究の方法

2014 年 12 月下旬～2015 年 1 月上旬に、教員養成系大学 4 年生 9 名を対象にした、1 人あたり約 50 分の質問紙を用いた個別のインタビュー調査を行った。調査対象者の特徴を表 1 に示す。

表 1 調査対象者の特徴

	理科系	非理科系
高等学校 物理 I 履修	3名 (男2名女1名)	2名 (男女各1名)
高等学校 物理 I 未履修	2名 (男女各1名)	2名 (男女各1名)

インタビュー調査では、質問紙の表 2 に示す問題の回答についてさらに詳しい説明を求めた。

表 2 インタビュー調査で取り上げた設問

番号	問題内容
問2(1)	さまざまな物体にはたらく浮力の大きさの大小関係を示す問題
問2(2)	問2(1)の問題において意識した事柄や根拠を説明する問題
問2(3)	さまざまな物体のうち水に浮くものを判断する問題

III. 調査の結果と分析

質問紙の回答状況を表 3 に示す。

表 3 質問紙の回答状況

被験者No.	問2(1)(2)	問2(3)
No.1	○	○
No.2	○	○
No.3	△	○
No.4	×	○
No.5	×	×
No.6	×	○
No.7	×	無回答
No.8	×	無回答
No.9	×	○

注：○は正答，△は準正答，×は誤答を表す。

次に、質問紙の回答やインタビューにおける発言から、被験者が物体の浮き沈みを判断する際の根拠を大きく 3 タイプに分類した。また、被験者が物体に働く浮力の大きさを判断するために、物体のどのような特徴を最も重視するのかという点に着目し、被験者の持つ考えを抽出した。

表 4 物体の浮き沈み判断の根拠による分類

分類	浮き沈み判断の根拠
分類A	物体にはたらく重力と浮力の大きさの比較
分類B	密度が1より大きいか
分類C	生活経験からのイメージ

表5 浮力の大きさ判断の際に用いる考え

類型	被験者のもつ考え	タイプ
1	物体の体積に比例する	体積型
2a	物体の密度に比例する	密度型
2b	物体の密度に反比例する	
3a	物体の底面積に比例する	圧力型
3b	物体を沈める深さに比例する	

最後に、9名の被験者それぞれがどのような考えをもっているのか、インタビュー調査における発言の文脈から判断し、表6に示した。

表6 被験者の考え

被験者 No.	物理 I 履修歴	大学での 専門	浮き沈み 判断の根拠	浮力の大きさ 判断の根拠	
				初期の考え	追加した考え
No.1	有	理科系	分類A	1	
No.2				1	
No.3				1, 3b	
No.4		非理科系	分類B	2a	3b
No.5				2b, 3b	
No.6	無	理科系	分類B	2b	3a, 3b
No.7				2b, 3b	3a
No.8		非理科系	分類C	3b	3a
No.9				3a	2b, 3b

表6から、浮き沈みにおいて分類Aの被験者は浮力の大きさ判断において体積型の考えをもっていたが、分類B、Cの被験者は圧力型の考えをもっていた。さらに、分類Bの被験者はそれに加えて密度型の考えを重視する傾向があった。

No.2の被験者は、物体の浮き沈み判断において浮力の大きさと重力を比べることが、密度を比べることと同じだと発言している。また、浮力が生じる理由について「面にかかる水圧の差」によるものだと発言している。これらの発言から、この被験者は、物体にはたらく浮力と重力の合力の向きによって浮き沈みが決まることを理解していることがわかる。このように、物体にはたらく重力と浮力を分けて考えることができていることに加え、高等学校での浮力の学習経験があるため、物体の重さや密度、生活経験などに影響されず、浮力の大きさは体積のみによると正しく判断することができているのだと考えられる。

No.6の被験者は、物体の浮き沈み判断において、「浮力を反発する力と考えると押すときに力をよりかけないといけない」「密度が小さいとすなりと水に入っていく」と発言している。また、浮力が生じる理由について、「密度の差」が原因だと答えている。これらの発言から、被験者は「密度が

1より小さい物質は水に浮く」という知識と、重力と浮力の合力を浮力そのものだとする誤認識を関連付けてしまい、「密度が小さいほど浮力は大きい」と結論付けているのだろうといえる。このような考えが生じてしまったのは、機械的に「密度が1より小さい物質は水に浮く」という知識だけを覚えており、No.2の被験者のように物体にはたらく重力と浮力を別のものとして分けて考えられないことが原因だと考えられる。

No.9の被験者は、浮力が生じる理由について、「水の中にも抵抗のようなものが存在するから」と述べ、浮き沈み判断においても底面積が大きい物体が浮くと判断した。また、浮力の大きさ判断においても、同様の理由で底面積の大きな物体ほど大きな浮力がはたらくと発言した。これらの発言から、この被験者は、No.6の被験者と同様に、物体にはたらく重力と浮力を分けて考えられず、その合力のことを浮力だと誤解しているため、「沈めるときに力があるから浮力が大きいだろう」と考えたのだと推察される。また理科に関する学習経験が少なく、物体の浮き沈みと比重が関連しているという知識をもっていないため、生活経験を回答の根拠にしているのだと考えられる。

IV. 考察

今回の調査から、水中の物体の浮き沈みに関する考えが、浮力に対する認識に影響を与える可能性があるということが分かった。

物体にはたらく浮力と重力の合力のはたらくによって水中の物体が浮き沈みするということを理解していない被験者は、重力と浮力の合力そのものを浮力だと誤解し、さまざまな素朴理論を構築してしまう。現在の中学校では、第1学年で水中の物体の浮き沈みと浮力を学習する。水中の物体の浮き沈みを扱う際には、物体に浮力と重力という二つの力がはたらいていることに触れながら指導していくべきである。

【参考文献】

- 1) 住友弘子・野上智行・稲垣成哲 (1995) 「物体の形状が浮力の認識に及ぼす影響」『人間科学研究』第3巻、第1号、pp.27-33
- 2) 堀哲夫 (1994) 「理科教育学の課題に関する基礎的研究—「浮力」とそれに関わる概念を事例にして—」『山梨大学教育学部紀要』第8号、pp.141-161
- 3) 新里和也・古屋光一 (2012) 「水中の物体に働く浮力の認識に関する調査」『北海道教育大学紀要』第62巻、第2号、pp.253-262