

## 等高線読解の背後にある知識と推論プロセス

Knowledge and Inferential Processes Underlying Contour Interpretation  
by Expert Map Readers.

村 越 真

Shin MURAKOSHI

（平成20年10月6日受理）

The purpose of this study is to clarify what kind of information and processes expert map readers use when they read topographic maps. Four types of contour interpretation tasks (high/low judgment, ridge/valley judgment, ridge/valley line judgment, and visibility judgment) were given to participants with long experience of map reading ( $n=5$ ) and novice map readers ( $n=7$ ). Map pieces cut off from government 1:25000 topographic maps were presented on a laptop computer display. The participants were asked to give correct answer according to type of the tasks. The result indicated the experts were faster and more accurate. They used schema-like knowledge of contour expression of landform and attended various information when necessary. The novices have difficulty of making 3D image of landform made by steep and moderate slope.

### 1. 緒 言

生活圏の拡大に伴い、日常生活や余暇活動で未知の場所を訪れる機会は増えている。またそれに呼応するように、インターネットでも地図の無料配信サービスが増え、多様な地図が自由に手に入るようになった。地図を読んで目的地に向かうことは日常生活で不可欠なスキルと言えるが、その一方で、地図を読むことに苦手意識を持つ人も少なくない。主として大学生を対象とした日常生活における地図利用に関する質問紙調査（村越、未発表）によれば、「地図を持っても迷うことがある」という質問に対しては、約30%の人が「非常にあてはまる」または「かなりあてはまる」と回答し、「地図上で現在地が直ぐ探せる」に対しては、35%の人が「あまりあてはまらない」または「全く当てはまらない」と答えている。概ね1/3程度の人が地図の利用に対する効力感が低いと考えられる。

地図を利用するスキルは野外活動では生死にも関わる。山岳遭難統計（警察庁、2008）によれば、平成19年の山岳遭難者数は1,808名であるが、このうち628名が道迷いによるものである。さらに道迷いには分類されていない遭難事故のうち、道迷いが発端であるものを含めると相当数の死者が出ていると推測される（村越、2008）。リーダークラスを対象とした登山研修受講者への地図利用スキルに関する質問紙調査でも、90%を越える対象者が山行に地図を携帯すると答え、概ね70%程度が尾根や谷、鞍部といった地形上の特徴を読み取ることができると答え

たものの、実際の地形図を使った尾根・谷の基礎的な識別テストでは正答率は74%にとどまっておられ、複雑な地形も含めると正答率は5割近くに落ちる(村越、印刷中)。道迷い遭難の多発は、こうした登山者の読図スキルの実態と呼応していると思われる。

登山等の野外活動を行うフィールドでは人工的な特徴が少なく、地形が主要な特徴となっているので、読図に際しては等高線を読解するスキルが重要である。地図と風景の照合を求めた課題からも、熟練者は地形の重要な特徴に対して注意をより払う傾向にあった(Montell et al., 1994)。等高線読解のプロセスやスキルに関しては認知心理学および地図学の分野での研究の蓄積がある。Sholl & Egeth (1982) は、等高線に関する、地形単位の把握、尾根線・谷線の把握、凹凸斜面の識別、高低判断、高度の読み取り、地図と鳥瞰図の対応、地形による可視不可視判断という8つの課題を行い、課題成績に対して因子分析を行った。その結果、(地形の)「空間的視覚化」と「標高の判断」という二つの因子を抽出した。また、視空間能力および半球優位性は、地図読み(等高線読み)のパフォーマンスのよい指標ではなかったが、数学的能力とextended range vocabularyはよい指標であった。研究結果からは、等高線読解には、高低判断のように平面的に把握可能な特徴と等高線から3次元的地形を想起する必要のある特徴があると考えられると同時に、等高線読解課題が視覚イメージ的なものであるというよりも言語・分析的なものである可能性を示唆している。一方Eley (1989) は、等高線と鳥瞰図を対応させる各種の課題を行い、等高線からイメージされた地形は視点依存的事であること、イメージは一体的なものではなく要素に分割されたものであること、イメージの詳細さは課題によって被験者が変化させること等を示した。Eleyの研究結果からは、等高線からの地形想起がナイーブに考えられているような自動的なイメージ生成のようなものではなく、操作的で方略的なものである可能性を示している。このことは先に指摘したSholl & Egeth (1982) の結果とも整合している。これらの結果は、一般的な物体に対する記憶に依存したイメージ想起とは異なり、等高線からの地形イメージの想起が規則に従って描かれた新奇なパターンからの想起であることと関連しているのかもしれない。

これらの研究はいずれも等高線読解にある程度熟練した被験者を対象としている。またEleyの研究では、課題として与えられた等高線は人工的なものであり、さほど複雑なものではない。実践的な場面ではより複雑な等高線を扱うので、そのような地図利用における等高線読解の成否の背後にどのようなプロセスと知識が働いているかについては、これらの研究は十分明らかにしていない。ピアジェの発達理論によれば、等高線読解を可能とする認知的能力は具体的操作期の後期から抽象的操作期に獲得されると考えられる。しかし、上述したように、大人の経験者でも等高線図を完全に読解することは難しく、また移動においても困難を生じることが報告されている(e.g., Soh & Smith-Jackson, 2004)。実践の場でも、中級以上の者でさえ等高線の読解に様々な困難を抱えていることがしばしば経験される。その背後にある要因については実証的な検討は十分ではない。

ここで、等高線の原理とそれによってどのように3次元的地形の想起が可能かを検討してみよう。等高線は地表面上の同じ高さを仮想の線で結び、それを高さ方向において等間隔で引いたものである。個々の線はその場所の高さや斜面の方向を示し、曲線は尾根または谷を表すが、1本の等高線のみでは尾根・谷のいずれであるかは確定しない。周囲の高低が分かって初めて、それが尾根であるか谷であるかが確定する(図1a)。一般的にはその曲線の内側が高ければ尾根、低ければ谷になる。従って、等高線の読解はまず高/低側の判断と、それを元にした尾

根・谷の判断が必要となる。さらに実践場面での読図では、風景と対応されるのは尾根線や谷線といった地形の単位であるので、1本1本の等高線ではなく複数の等高線群で尾根／谷をつなぎ、尾根または谷線として把握する必要があるが、その際、もっとも曲率半径の小さい部分をつなげる必要がある（図1 b）。加えて、等高線から地形の詳細な立体的イメージを得るためには、等高線の間隔の変化によって傾斜が異なることが判断できる必要がある（図1 c）。等高線の原理と、それが表す地形の性質を考えると、等高線から地形を想起するためには上記のようなプロセスが必要だと思われる。

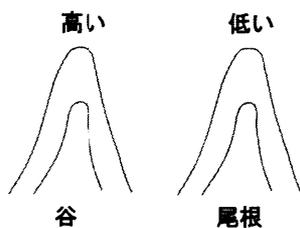


図1 a：同じ形状でもどちらが高いか低いかで尾根・谷が変わる

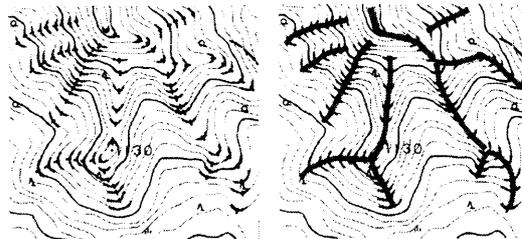


図1 b：低い方に凸な部分で一番曲率半径の小さい部分を取り（点を打ってある場所）、結ぶと尾根線となる

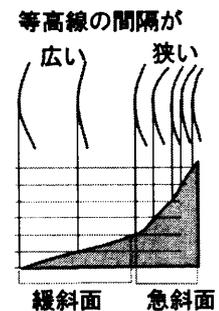


図1 c：等高線の間隔で傾斜の緩急が変わる

そこで本研究では、高低判断、尾根・谷の識別、尾根・谷線の識別、地形の立体イメージの判断課題を初級者と熟練者に課し、またその理由付けを問うことで、等高線の読解において初級者と熟練者の知識と認知過程にどのような違いがあるかを明らかにすることを目的とする。地形の立体イメージ生成を判断する課題として等高線と鳥瞰図を対提示する方法や断面形状を判断させる課題があるが、これらは対になるイメージを提示することが、読み取りのヒントになり得ると考えられるので、地図に示した2点間の可視・不可視を判断する課題を実施した。様々な形状の地形における可視・不可視を的確に判断できるためには、地形の立体イメージが生成できていると考えられる。

## 2. 方法

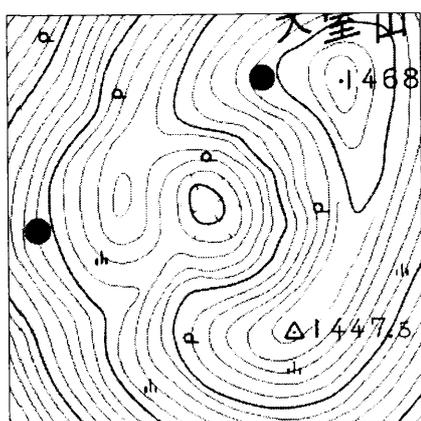
### 1) 被験者

被験者は読図の熟練者5名と初級者7名であり、いずれも地図を使って目的地にナビゲーションするスポーツであるオリエンテーリングの競技者である。5名中3名は現在でも日本のトップレベルにあり、残りの選手も過去に日本代表チームの一員であった。彼らの平均年齢と平均経験年数はそれぞれ35.2歳と21.8年である。初級者は大学のオリエンテーリングクラブに1-3年在籍する者で、平均年齢と平均経験年数はそれぞれ19.9歳と2.1年であった。

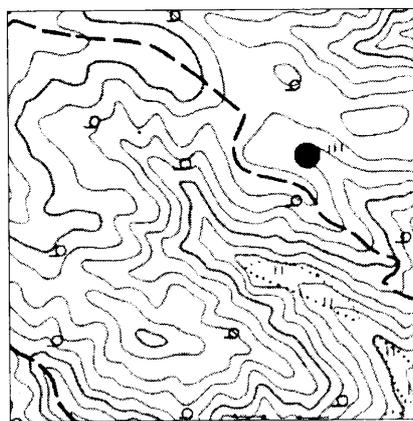
### 2) 材料

1:25000地形図を300dpiでスキャンしたのから実際の地図上で30mm×30mmに相当する大きさで切り取った画像上で、4種類の等高線読解課題が与えられた。第1の課題は、地図に示される2点のうち高い方を指摘する課題（高低判断課題：14試行）、第2の課題は地図に示された点が尾根上にあるか谷上にあるかを判断する課題（尾根谷識別課題：47試行）であった。47

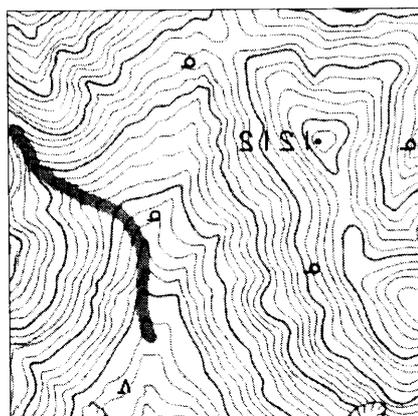
試行中38試行はピーク、川など高低に関する明確な手がかりを含んでおり、9つは含んでいなかった。第3の課題は地図に示された線が、尾根線か谷線か、どちらでもないか（尾根・谷の両方を含んでいる）を判断するものであった（尾根・谷線識別課題：31試行）、第4の課題は、地図に示された2点が互いに見ることができるかどうかを判断するものであった（可視判断課題：22試行）。第4課題のうち4試行では等高線の間隔から傾斜の変化を見極め斜面が凹型か凸型かを判断する必要があった。これらの地図のうちいくつかは2度以上使われるものもあるため、反転したり、上下を逆転して提示された。



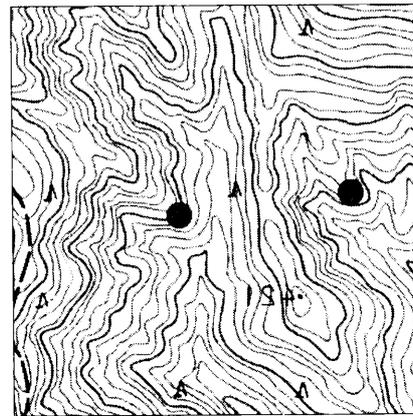
【fig2a】



【fig2b】



【fig2c】



【fig2d】

図2：使われた地図例。左からa) 高低判断課題、b) 尾根谷識別課題、c) 尾根・谷線識別課題、d) 可視判断課題

### 3) 手続き

課題はラップトップPCのディスプレイに提示されたが、初級者については課題の前に上記4種類の等高線読解課題を記した冊子を渡し、問題と回答方法に慣れてもらった。また問題についての質問を受け付けたが質問はなく、問題の意味や回答方法については理解されていたと考えられる。その後PCのディスプレイ上での課題が実施された。課題遂行にあたっては正確さが重要であるが、できるだけ早く回答することが強調された。課題遂行は被験者のペースでなされ、被験者がスタートのボタンをマウスでクリックするとPCのディスプレイ上に地図が提示され、それに対してディスプレイ上の選択ボタンをマウスでクリックすることで回答がなされた。4種類の課題とも最初の試行は練習として行われ、分析の対象となったのはそれぞれ

2番目の試行からであった。回答と反応時間がPCによって記録された。また、特徴的な試行の後で判断の理由が問われた。これはICレコーダーによって記録され、後に文字化された。

### 3. 結果

#### 1) 正答率と反応時間

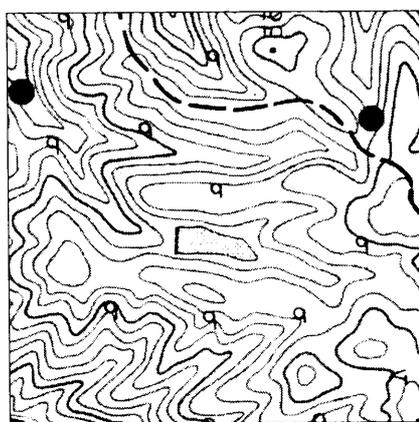
課題ごとに正答率と反応時間の平均を求めたものが表1である。初級者と比較して、すべての課題において熟練者は速くかつ正確であったが、マンホイットニの検定の結果有意であったのは、正答率では「尾根谷識別（手がかりあり）」「尾根・谷線識別」「可視判断（凹凸斜面）」、反応時間では「尾根谷識別（手がかりあり）」「尾根谷識別（手がかりなし）」「尾根・谷線識別」であった。また、75%の試行ですべての熟練者が正答であった。全問題を通しての平均正答率と平均回答時間は、初級者では83%と15.05秒、熟練者では94%と7.37秒であった。また、表2には初級者において正答率の低い試行とその正答率、図3にはその地図を示した。

表1: 初級者と熟練者の反応時間と正答率の比較

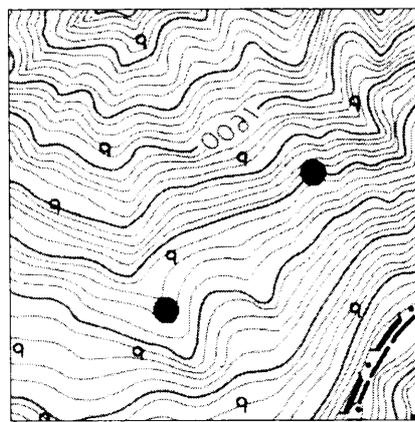
	熟練者 (n=5)		初級者 (n=7)		U value	p
	平均	SD	平均	SD		
<b>平均正答率</b>						
高低判断課題	0.92	0.09	0.76	0.17	7	n.s.
尾根・谷識別課題(手がかりあり)	0.97	0.02	0.91	0.04	3.5	0.02
尾根・谷識別課題(手がかりなし)	0.89	0.08	0.76	0.15	7	n.s.
尾根・谷線識別課題	0.94	0.07	0.80	0.09	2.5	0.01
可視判断課題(尾根・谷間)	0.95	0.05	0.86	0.10	7	n.s.
可視判断課題(凹凸斜面)	0.90	0.22	0.39	0.28	3	0.02
<b>平均回答時間(秒)</b>						
高低判断課題	9.59	7.55	16.72	10.36	7	n.s.
尾根・谷識別課題(手がかりあり)	4.97	2.48	11.88	6.11	2	0.01
尾根・谷識別課題(手がかりなし)	8.85	5.49	29.34	26.47	4	0.03
尾根・谷線識別課題	7.02	3.51	13.76	4.78	3	0.02
可視判断課題(尾根・谷間)	8.65	6.40	13.87	3.46	7	n.s.
可視判断課題(凹凸斜面)	15.25	14.12	19.87	7.34	12	n.s.

表2: 初級者の正答率の低い試行とその正答率

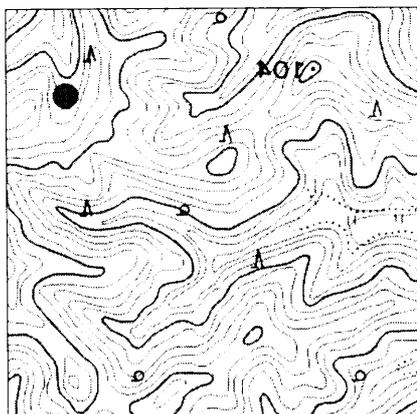
試行と図版番号	初級者正答率	熟練者正答率
試行1(fig3a)	0.43	0.8
試行2(fig3b)	0.14	0.6
試行20(fig3c)	0.29	0.6
試行26(fig3d)	0.00	0.8
試行32	0.29	0.6
試行64(fig3e)	0.00	0.6
試行69(fig3f)	0.29	1
試行104(fig3g)	0.43	0.8
試行113(fig3h)	0.28	1
試行114	0.14	1



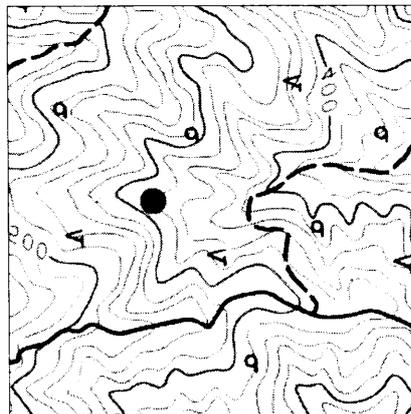
【fig3a】



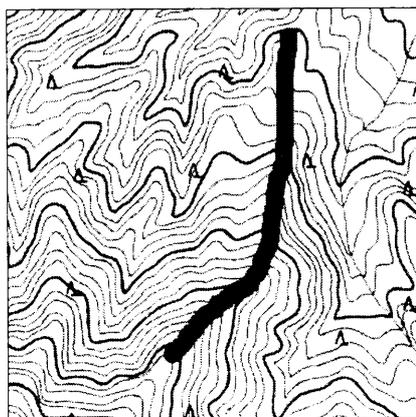
【fig3b】



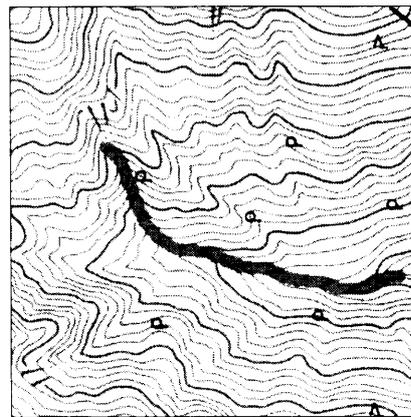
【fig3c】



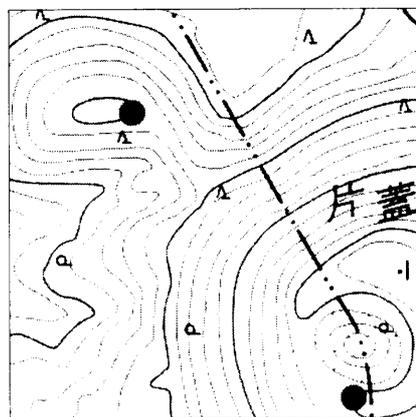
【fig3d】



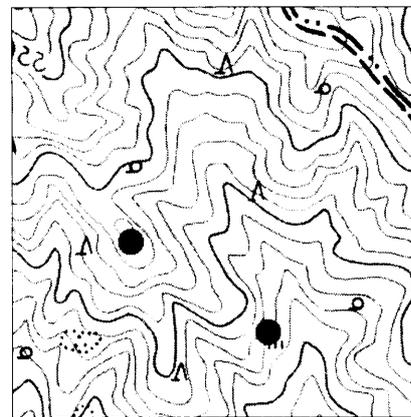
【fig3e】



【fig3f】



【fig3g】



【fig3h】

図3：初級者において正答率の低い試行の地図と課題。右上から高低判断課題第1、2試行、尾根・谷識別課題第20、26試行、尾根・谷線識別課題第64、69試行、可視判断課題第104、113試行

## 2) 回答の理由付けと間違いの分析

初級者において正答率の低い試行における典型的な理由付けを示す。

### (1) 高低判断

第1試行には中央の池やピークなど、明瞭な高さの手がかりがある。これを手がかりにすれば、左側の点はより低い位置にあると判断できる。しかし何人かの初級者は、左側の点のそばの地図の縁で半分途切れた等高線をピーク、周囲の一群の等高線を尾根と間違え、高いと判断していた（例「ピークから近いから。これが、ピークかなと。」）。一方、第2試行では高さの判断のための明確な手がかりはなかった。この試行では理由を聞かなかったが、同じ地図を使った第32試行では、初級者は上部の等高線間隔が狭くなっており、そこから傾斜が急になることは読み取れていたが、傾斜のきつい場所は斜面の上部だと推論し、誤った解答をしていた。

### (2) 尾根・谷識別

第20試行では高低判断のための手がかりはいくつかあったが、指定された地点の周囲の地形は複雑であり、なおかつ、尾根・谷ともに地図の端で途切れていた。このため等高線の形状や中央にあって目立つピークから等高線をたどるだけでは高低判断はできない。尾根・谷の識別には、計曲線間の等高線数を数えることで等高線が回って折り返してくるため、傾斜が逆転していることを読み取ることが必要となる。何人かの初級者は、この手がかりを見逃し、尾根・谷を反転して回答している。熟練者では、計曲線の形状を指摘した者や点周囲の複雑な部分を複数の可能性から検討したものがいた（例「眼についたのは、半分より上は尾根線が一本あるんですけど、その尾根線の左っかわの計曲線の形がなんかかたつむりみたいな形していて、じゃあこのかたつむりの頭みたいところが尾根だったら、この赤点は谷かって思いました。」）。

第26試行では、高低の手がかりはなかった。第26試行では400mと500mの等高線の標高数値が地図面にあるが、地図が反転されていたため、500が200に見えた。そのためすべての初級者は高低の判断を誤り、尾根・谷を逆に答えていたが、熟練者は4名が正解で、等高線の数値に着目したものはいなかった。正解している熟練者は、尾根・谷の形状の違いに言及していた（例：「等高線の。とんがっている、あの沢だろうという。あと、そのすぐ北にあるのが非常に緩く、まあでっばっているんで、この一番上にある。これは尾根の特徴だという」）。

第32試行は第2試行と同じ地図が使われ、高低の手がかりはなかった。第32試行では、熟練者でさえ正答率が0.6と低かった。正しく回答した被験者は指定された地点の等高線がとがっている（曲率半径が小さい）ことから、そこが谷であると判断した。一方、間違った初級の被験者のほとんどが、等高線の間隔の狭い方が高く、低い方が広いと判断していた（例「左側の方が、等高線の間隔がつまっていたんで、下に行くほど緩やかになるんじゃないかと思って」）。この理由付けは熟練者には見られなかった。

### (3) 尾根・谷線識別

第64試行では、描かれた線はある尾根から始まり、小さな谷を横切り隣の尾根で終わっている。すべての初級者と二人の熟練者は最初と最後が尾根であることは見取ることができたが、途中で谷を横切っていることを見逃して、間違って「尾根線」と回答していた。第69試行には高さの手がかりはなく、大多数の初級者は尾根を谷と間違えていたが、すべての熟練

者は正しく回答していた。熟練者の多くは等高線のとがり具合を理由として指摘し、何人かの熟練者は谷線の延長線上にきれつの記号があることを指摘し（例「もう少し確証がほしいなと思ってみたら、ここにきれつがあって、その亀裂が入っているのは沢だという判断」）、それによって谷線であると回答した。一方間違えた初級者は特に理由がないか、線の右端にあるU字の等高線をピークと見なし、尾根と間違えていた。

#### (4) 可視判断

初級者の正答率が低かったすべての試行（第104, 113, 114試行）では、2点が凸形状の尾根斜面を挟んでおり、可視と誤って回答していた。ほとんどの初級者は、2点のいずれもが尾根上にあるから見えると判断していた（例「尾根が延びてて、障害物も無いから、下の方を見れば、見えて、上の方から見れば見えるかなと思いました。」）。一方、ほとんどの熟練者は等高線の間隔の変化から斜面が凸形状であり、そのため中間が張り出しているため、相互に見えないと判断していた（例「上の方から緩い状態から次のポイントに行く手前で急になってしまっているんで、この辺の張り出しで見えないだろう」）。

## 4. 考 察

### 1) 多様な情報の利用

事前課題とPC課題の正答率や理由づけから見る限り、地図利用歴1～3年の初級者でも等高線表現の基本的な考え方は理解しており、高低判断、尾根・谷識別、尾根・谷線識別はある程度可能であった。ピークや水系といった高さに関する手がかりがない場合、熟練者でも初級者でも反応時間は長くなる傾向にあったが、正答率の低下は熟練者ではより少なかった。回答の理由付けから、熟練者は様々な情報を利用していることが分かる。

第一に、がけ、きれつなどの上下の方向性を持った記号の利用である。第41、57、66試行は同じ地図を使っている。地形は比較的単純であるが、いずれも熟練者と初級者の回答時間に有意な差が見られた。これらについては理由付けを尋ねていないが、熟練者はがけの記号に注目することで高低の判断や尾根・谷の識別が素早くできたものと思われる。また第69試行では、反応時間に差がないものの、正答率には有意な差が見られた。ここでは一人の被験者がきれつの存在に注目することで谷線であるとしていた。熟練者は、こうした上下の方向性を持つ記号を援用していると思われる。

第二には、熟練者が地形とそれを表す等高線に関するスキーマ的知識を利用していることである。たとえば、谷は一般に水が流れることで生まれるので、山地の斜面では尾根に比較して鋭く切れ込み、そのため等高線も尖った形になりやすい。こうした知識を使って、明示的な手がかりのない場所でも、高低判断を介さずに尾根か谷かを推論したり、逆にそれを利用して高低の判断を行っていた。初級者にも同様の知識の利用が見られたが、頻度は少なく、また不十分であった。また、初級者では「山では高い方が急斜面（等高線間隔が狭い）で低い方が緩斜面（等高線間隔が広い）」といった知識の利用が見られ、それによる誤答が第2、32試行などで見られた。この知識も一般的には決して間違っている訳ではないが、熟練者には見られなかった。どのような一般的知識が有効であり、どのような知識がそうでないのかというメタ知識が熟練者にはあるのかもしれない。

被験者は、等高線形状の性質に関する知識を経験的に獲得していると主張している。熟練者は地図からは読みとれない環境内の特性を読みとることができ、その背後にはやはり経験的に

獲得された環境についての知識があると示唆されている（村越、1991； Murakoshi, 1994）。このことは、人が環境内の生起頻度の情報について敏感であり、それがスキーマ駆動型の情報処理の基盤となっている（Hasher & Zacks, 1984）という考え方とも整合している。一方で、読図の解説書の中には「尾根では（等高線は）丸みを帯びて出っ張っていることが多く、沢では鋭く尖って食い込んでいることが多い」（平塚、1998）と明示されているものもある。このような知識が経験から帰納されたものか明示的に学習されたものかは本研究では不明であるが、スキーマ的知識やその確からしさに関するメタ知識を熟練者が持ち、それが尾根・谷や高低の判断に利用されていると思われる。

## 2) 確認方略

熟練者は複雑な地形での判断にあたって、複数の情報を利用することで精度を上げていると思われる。図中にピークなど明確に高低が分かる基準点があっても、判断すべき点が基準点から遠くかつ地形が複雑な場合、初級者の正答率は下がる傾向にあった。熟練者でも複雑な地図での反応時間は伸びていたが、正答率の低下はそれほどでもなかった。複雑な地形では、連続して凸や凹型の等高線が重なっていても、途中で尾根・谷が入れ替わっている可能性がある（図4）。また地図の隅ではU字型の等高線が現れることがあるが、これは本来尾根か谷かが分からないはずなのに、初級者の多くがこれをピークの一部と誤認することで誤った回答に至っていた。熟練者はこのような場合でも、別の場所の高低判断を勘案したり、計曲線を利用することで高低判断を正しく行っていた。また初級者は小さな尾根・谷を同定しなければならない時、より一層エラーを起こしがちであった。これらのことから、熟練者は、課題の難しさを判断するメタ認知的能力を持っており、それによって複雑な地形の中ではより多くの手がかりを使う方略を取ることで正答率を維持しているものと思われる。読図におけるメタ認知的能力の利用は、風景写真と地図との照合実験でも得られている（Murakoshi, 1988）。

高さによって色彩あるいは濃度を変える段彩が、等高線読解に効果的であることが指摘されている（たとえば、Eley, 1987; Potash et al., 1978; Phillips, 1979; Kumler & Groop, 1990）。それは、色彩や濃度を変えることで複雑な地形の中での局所的な注目でも高さ判断が用意になり、高さとともに尾根・谷が判断できるためだと考えられる。

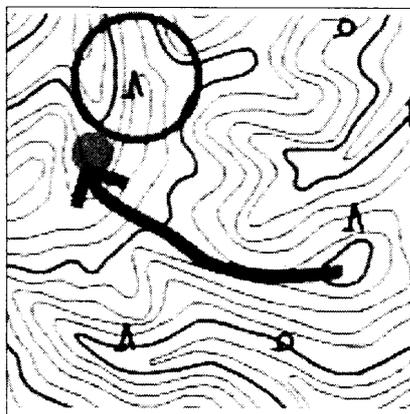


図4：○部分で等高線が折り返してくることに着目できないと、右のピークからたどって、尾根だと間違っ判断してしまう。

3) 傾斜の変化による地形イメージの把握

可視課題の結果からは、1-3年の経験を有する初級者が等高線間隔の違いから凹凸地形を判断することがほとんどできないことは明らかである。このことから、初級者は、尾根・谷のような基本的な地形のイメージは読みとれても、傾斜の変化も含めた詳細な地形のイメージは難しいと考えられる。傾斜の変化による凹凸形状が読みとれなかった被験者でも、地図とプロフィールとの照合課題においては相当数正答が得られているという報告がある(村越,2008)。また、本研究でも、高低判断において、等高線の粗密から傾斜の緩急を区別する発言は初級者でも見られた。従って、初級者でも等高線の粗密と傾斜の緩急を結びつけることはできるものの、それを立体的なイメージとして想起することが難しいのかもしれない。

5. 結論と示唆

5名の読図熟練者と7名の初級者に等高線を読解する各種の課題を与え、その正答率と反応時間を検討したところ、初級者の正答率は全体で83%と、それほど低いものではないかったが、熟練者はほぼすべての課題において正答率、回答時間ともに優れ、回答時間の平均は初級者の約半分であった。熟練者の優れたパフォーマンスの背後には、現実の複雑な等高線から地形を読み取る上で、地形の構造に関する様々な知識や確認のための方略を利用していることが示唆された(図5)。また、初級者でも等高線から斜面の緩急を読み取ることは可能だが、それを地形の立体的イメージにつなげることができないことが示唆された。等高線から地形を読み取ることは、原理的には簡単かつ明確な課題であるが、実践的な地図の中で使えるためには利用経験に基づく知識や方略が重要であると考えられる。登山者や野外活動者がフィールドにおける道迷いの危険から身を守るためには、原理的な学習のみならず、等高線に関する実践的なトレーニングが欠かせないと考えられる。

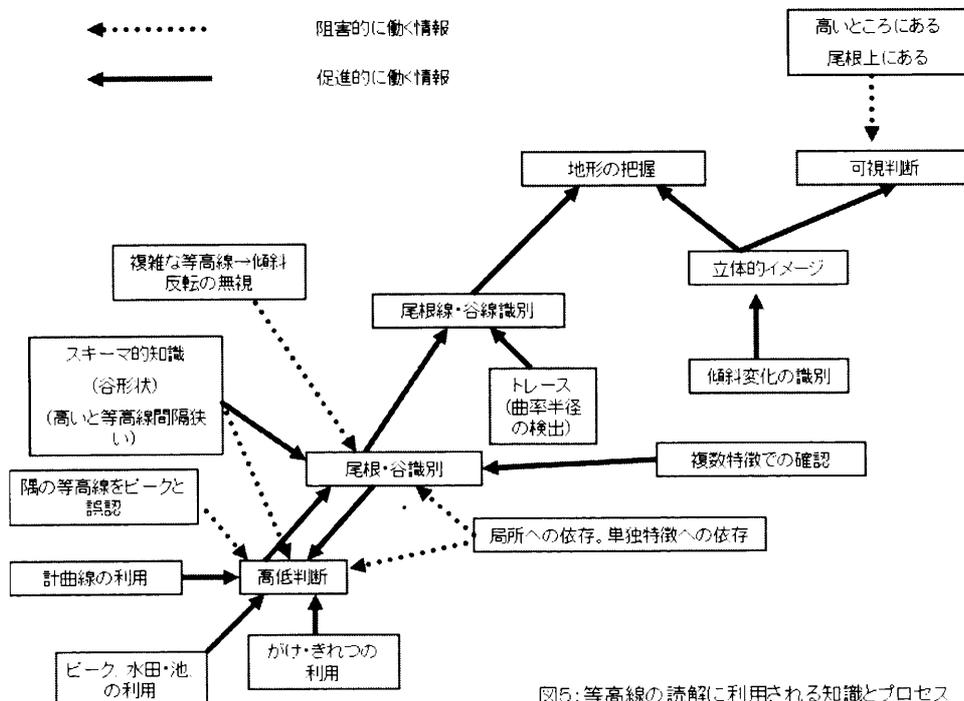


図5: 等高線の読解に利用される知識とプロセス

## 引用文献

- Eley, M.G., 1987: Colour-layering and the performance of the topographic map user. *Ergonomics*, 30, 655-663.
- Eley, M. G., 1989: Thinking about the shapes of mapped land surfaces. *Scientific Journal of Orienteering*, 5, 85-110.
- Hasher, L. & Zacks, R. T., 1984: Automatic processing of fundamental information. *American Psychologist*, 39, 1372-1388.
- 平塚 晶人, 1998: 2万5000分の1地図の読み方 小学館
- 警察庁, 2008: 平成19年中における山岳遭難の概況 ([http://www.npa.go.jp/safetylife/chiki28/h19\\_sangakusounan.pdf](http://www.npa.go.jp/safetylife/chiki28/h19_sangakusounan.pdf))
- Kumler, M.P., & Groop, R.E., 1990: Continuous-tone mapping of smooth surfaces. *Cartography & Geographic Information System*, 17/4, 279-289.
- Montello, D., Sullivan, C.N. & Pick, H.L., 1994: Recall memory for topographic maps and natural terrain: effects of experience and task performance. *Cartographica*, 31(3), 18-36.
- Murakoshi, S., 1988: Information processing in photo-orienteering. *Scientific Journal of Orienteering*, 4, 14-33.
- 村越真, 1991: 熟練者の地図記号理解 認知科学の発展 4巻 pp.171-198.
- Murakoshi, S., 1994: The experts' ability to utilize prior knowledge for interpreting map symbols. *Japanese Psychological Research*, 36, 83-93.
- 村越真, 2008: 道迷い遭難のリスクマネジメント 平成20年度全国遭難対策協議会講演 (愛知県名古屋市、2008年7月)
- 村越真, 未発表: 地図利用行動に関する質問紙調査
- 村越真, 印刷中: 登山者の読図・ナビゲーションスキルとその自己評価に関する調査 登山研修
- Phillips, R. J., 1979: An experiment with contour lines. *The Cartographic Journal*, 16, 72-76.
- Potash, L. M., Farrell, J. P., & Jeffrey, T. E., 1978: An approach to assessment of relief formats for hardcopy topographic maps. *The Cartographic Journal*, 15, 28-35.
- Sholl, M. J., & Egeth, H.E., 1982: Cognitive correlates of map-reading ability. *Intelligence*, 6, 215-230.
- Soh, B. K., & Smith-Jackson, T. L., 2004: Influence of map design, individual differences, and environmental cues on wayfinding performance. *Spatial Cognition and Computation*, 4, 137-165.