

地質学

ハンドブック

普及版

産業技術総合研究所 地質調査総合センター
Geological Survey of Japan / AIST

加藤 碩一・脇田 浩二

【総編集】

今井 登・遠藤 祐二・村上 裕

【編集】

高知県立図書館



1106601741

明倉書店

- リンゴ 67, 71
 リーチルシラ 57
 リニゲイムシ 36, 273, 319
 リモートセンシング 295, 298,
 136, 632
 陸地海イオン 165
 陸地 111
 陸子規 600, 616
 陸子規測 65
 陸子規測 151
 流体動態学調査 118
 流体動態学調査 151
 流体動態学調査 163
 陸地動態学 665
 陸地動態学 666
 陸地動態学 667
 陸地動態学 668
 陸地動態学 669
 陸地動態学 670
 陸地動態学 671
 陸地動態学 672
 陸地動態学 673
 陸地動態学 674
 陸地動態学 675
 陸地動態学 676
 陸地動態学 677
 陸地動態学 678
 陸地動態学 679
 陸地動態学 680
 陸地動態学 681
 陸地動態学 682
 陸地動態学 683
 陸地動態学 684
 陸地動態学 685
 陸地動態学 686
 陸地動態学 687
 陸地動態学 688
 陸地動態学 689
 陸地動態学 690
 陸地動態学 691
 陸地動態学 692
 陸地動態学 693
 陸地動態学 694
 陸地動態学 695
 陸地動態学 696
 陸地動態学 697
 陸地動態学 698
 陸地動態学 699
 陸地動態学 700
 陸地動態学 701
 陸地動態学 702
 陸地動態学 703
 陸地動態学 704
 陸地動態学 705
 陸地動態学 706
 陸地動態学 707
 陸地動態学 708
 陸地動態学 709
 陸地動態学 710
 陸地動態学 711
 陸地動態学 712
 陸地動態学 713
 陸地動態学 714
 陸地動態学 715
 陸地動態学 716
 陸地動態学 717
 陸地動態学 718
 陸地動態学 719
 陸地動態学 720
 陸地動態学 721
 陸地動態学 722
 陸地動態学 723
 陸地動態学 724
 陸地動態学 725
 陸地動態学 726
 陸地動態学 727
 陸地動態学 728
 陸地動態学 729
 陸地動態学 730
 陸地動態学 731
 陸地動態学 732
 陸地動態学 733
 陸地動態学 734
 陸地動態学 735
 陸地動態学 736
 陸地動態学 737
 陸地動態学 738
 陸地動態学 739
 陸地動態学 740
 陸地動態学 741
 陸地動態学 742
 陸地動態学 743
 陸地動態学 744
 陸地動態学 745
 陸地動態学 746
 陸地動態学 747
 陸地動態学 748
 陸地動態学 749
 陸地動態学 750
 陸地動態学 751
 陸地動態学 752
 陸地動態学 753
 陸地動態学 754
 陸地動態学 755
 陸地動態学 756
 陸地動態学 757
 陸地動態学 758
 陸地動態学 759
 陸地動態学 760
 陸地動態学 761
 陸地動態学 762
 陸地動態学 763
 陸地動態学 764
 陸地動態学 765
 陸地動態学 766
 陸地動態学 767
 陸地動態学 768
 陸地動態学 769
 陸地動態学 770
 陸地動態学 771
 陸地動態学 772
 陸地動態学 773
 陸地動態学 774
 陸地動態学 775
 陸地動態学 776
 陸地動態学 777
 陸地動態学 778
 陸地動態学 779
 陸地動態学 780
 陸地動態学 781
 陸地動態学 782
 陸地動態学 783
 陸地動態学 784
 陸地動態学 785
 陸地動態学 786
 陸地動態学 787
 陸地動態学 788
 陸地動態学 789
 陸地動態学 790
 陸地動態学 791
 陸地動態学 792
 陸地動態学 793
 陸地動態学 794
 陸地動態学 795
 陸地動態学 796
 陸地動態学 797
 陸地動態学 798
 陸地動態学 799
 陸地動態学 800
 陸地動態学 801
 陸地動態学 802
 陸地動態学 803
 陸地動態学 804
 陸地動態学 805
 陸地動態学 806
 陸地動態学 807
 陸地動態学 808
 陸地動態学 809
 陸地動態学 810
 陸地動態学 811
 陸地動態学 812
 陸地動態学 813
 陸地動態学 814
 陸地動態学 815
 陸地動態学 816
 陸地動態学 817
 陸地動態学 818
 陸地動態学 819
 陸地動態学 820
 陸地動態学 821
 陸地動態学 822
 陸地動態学 823
 陸地動態学 824
 陸地動態学 825
 陸地動態学 826
 陸地動態学 827
 陸地動態学 828
 陸地動態学 829
 陸地動態学 830
 陸地動態学 831
 陸地動態学 832
 陸地動態学 833
 陸地動態学 834
 陸地動態学 835
 陸地動態学 836
 陸地動態学 837
 陸地動態学 838
 陸地動態学 839
 陸地動態学 840
 陸地動態学 841
 陸地動態学 842
 陸地動態学 843
 陸地動態学 844
 陸地動態学 845
 陸地動態学 846
 陸地動態学 847
 陸地動態学 848
 陸地動態学 849
 陸地動態学 850
 陸地動態学 851
 陸地動態学 852
 陸地動態学 853
 陸地動態学 854
 陸地動態学 855
 陸地動態学 856
 陸地動態学 857
 陸地動態学 858
 陸地動態学 859
 陸地動態学 860
 陸地動態学 861
 陸地動態学 862
 陸地動態学 863
 陸地動態学 864
 陸地動態学 865
 陸地動態学 866
 陸地動態学 867
 陸地動態学 868
 陸地動態学 869
 陸地動態学 870
 陸地動態学 871
 陸地動態学 872
 陸地動態学 873
 陸地動態学 874
 陸地動態学 875
 陸地動態学 876
 陸地動態学 877
 陸地動態学 878
 陸地動態学 879
 陸地動態学 880
 陸地動態学 881
 陸地動態学 882
 陸地動態学 883
 陸地動態学 884
 陸地動態学 885
 陸地動態学 886
 陸地動態学 887
 陸地動態学 888
 陸地動態学 889
 陸地動態学 890
 陸地動態学 891
 陸地動態学 892
 陸地動態学 893
 陸地動態学 894
 陸地動態学 895
 陸地動態学 896
 陸地動態学 897
 陸地動態学 898
 陸地動態学 899
 陸地動態学 900
 陸地動態学 901
 陸地動態学 902
 陸地動態学 903
 陸地動態学 904
 陸地動態学 905
 陸地動態学 906
 陸地動態学 907
 陸地動態学 908
 陸地動態学 909
 陸地動態学 910
 陸地動態学 911
 陸地動態学 912
 陸地動態学 913
 陸地動態学 914
 陸地動態学 915
 陸地動態学 916
 陸地動態学 917
 陸地動態学 918
 陸地動態学 919
 陸地動態学 920
 陸地動態学 921
 陸地動態学 922
 陸地動態学 923
 陸地動態学 924
 陸地動態学 925
 陸地動態学 926
 陸地動態学 927
 陸地動態学 928
 陸地動態学 929
 陸地動態学 930
 陸地動態学 931
 陸地動態学 932
 陸地動態学 933
 陸地動態学 934
 陸地動態学 935
 陸地動態学 936
 陸地動態学 937
 陸地動態学 938
 陸地動態学 939
 陸地動態学 940
 陸地動態学 941
 陸地動態学 942
 陸地動態学 943
 陸地動態学 944
 陸地動態学 945
 陸地動態学 946
 陸地動態学 947
 陸地動態学 948
 陸地動態学 949
 陸地動態学 950
 陸地動態学 951
 陸地動態学 952
 陸地動態学 953
 陸地動態学 954
 陸地動態学 955
 陸地動態学 956
 陸地動態学 957
 陸地動態学 958
 陸地動態学 959
 陸地動態学 960
 陸地動態学 961
 陸地動態学 962
 陸地動態学 963
 陸地動態学 964
 陸地動態学 965
 陸地動態学 966
 陸地動態学 967
 陸地動態学 968
 陸地動態学 969
 陸地動態学 970
 陸地動態学 971
 陸地動態学 972
 陸地動態学 973
 陸地動態学 974
 陸地動態学 975
 陸地動態学 976
 陸地動態学 977
 陸地動態学 978
 陸地動態学 979
 陸地動態学 980
 陸地動態学 981
 陸地動態学 982
 陸地動態学 983
 陸地動態学 984
 陸地動態学 985
 陸地動態学 986
 陸地動態学 987
 陸地動態学 988
 陸地動態学 989
 陸地動態学 990
 陸地動態学 991
 陸地動態学 992
 陸地動態学 993
 陸地動態学 994
 陸地動態学 995
 陸地動態学 996
 陸地動態学 997
 陸地動態学 998
 陸地動態学 999
 陸地動態学 1000

地質学ハンドブック (普及版)

定価はカバーに表示

2001年9月20日 初版第1刷

2002年9月1日 第2刷

2011年7月20日 普及版第1刷

総編集 加藤 朝 株式会社
 発行所 朝倉書店
 東京都新宿区新小川町6-29
 郵便番号 162-8707
 電話 03(3260)0141
 FAX 03(3260)0180
 http://www.asakura.co.jp

〈検印省略〉

©2001 〈無断複写・転載を禁ず〉

新日本印刷・波辺製本

ISBN 978-4-254-16270-7 C 3044

Printed in Japan

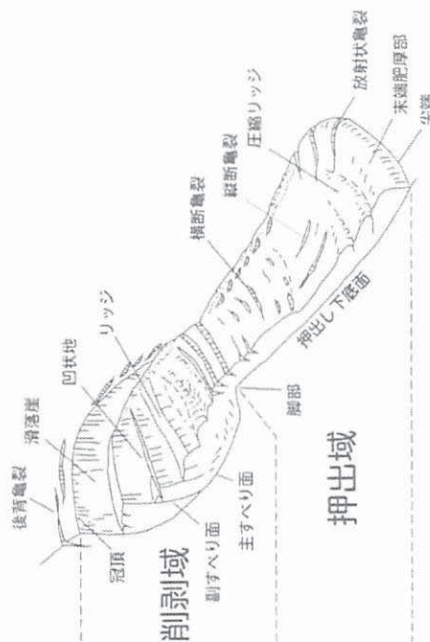


図 8.4 地すべりによる変形構造の模式図 (大八木, 1982 を簡略化)

分を押し出域という。以上のような一連の形成過程のもとで形成された地すべり地形は単位地すべり地形と呼ばれる。実際には、大きな地すべり地は、いくつもの単位地すべり地形の複合からなることが多い。

わが国では、地すべり地はいたるところにみられるが、ある特定の地域では地すべり地が密集することが知られている。このような箇所は地すべり地帯と呼ばれ、東北・北陸地方の日本海側、四国地方中央部などがそれに相当する。また、これらの地すべり地帯は特定の地層の分布と一致することが古くから指摘されている。特定の地層とは、例えば第三系堆積岩類や変成岩類である。第三系堆積岩類の分布地域内では、泥岩分布地域、あるいは砂岩・泥岩互層分布地域に地すべりが多いようである。地すべり地帯のうち、東北・北陸地方の日本海側が第三系堆積岩類の分布する地域に相当する。一方、変成岩類の分布地域は片理の発達した片岩の分布地域が主で、四国中央部などがそれに相当する。このほか破砕帯や蛇紋岩の分布地域などにも地すべり地が多くみられる。温泉水による変質など、火山活動の活発な地域においても地すべりは頻繁にみられる。

地すべりの発生は地質構造にも支配されている。一般に斜面の傾斜方向と地層の傾斜方向がほぼ一致する関係にあることを流れ盤、斜面の傾斜方向と地層の傾斜方向が直交する関係にあることを受け盤と呼ぶ(図 8.5)。このうち流れ盤では地層の傾斜方向に



図 8.5 流れ盤・受け盤

図 8.6 カヤップロック

作業を含んでいる。火山砂防では、約 30 の火山について調査検討が行われている。
〔須藤 茂〕

II. 応用編

文 献

気象庁(1995): 火山噴火予知連絡会 20 年の歩み。大蔵省印刷局。451 p.
 気象庁(1996): 日本活火山総覧(第 2 版)。大蔵省印刷局。500 p.
 国土庁防災局(1992): 火山噴火災害危険区域予測調査作成指針。国土庁。153 p.
 長崎県(1998): 雲仙・普賢岳噴火災害誌。長崎県。511 p.
 Newhall, C. G. and Punongbayan, R. S.(1996): *Fire and Mud: Eruptions and Lahars on Mount Pinatubo, Philippines*. Philippine Institute of Volcanology and Seismology and University of Washington Press. p. 1126.
 Simkin, T. and Siebert, L.(1994): *Volcanoes of the World, 2nd edition*. Geoscience Press, Inc. 319 p.
 防災予防調査会(1973): 震動版日本活火山史 上編、下編。防災予防調査会報告第 86 号。87 号(1978)。巻 9 号。352 p.
 Smithsonian Institution Scientific Event Alert Network(1989): *Global Volcanism 1975-1985*. 605 p.
 須藤 茂(1998): わが国の火山ガスの実態及び火山ガス事故の状況調査報告。地質調査所研究資料集。328。344 p.
 東京都(1988): 昭和 61 年(1986 年)伊豆大島噴火災害活動誌。東京都。1177 p.
 宇津忠英編(1997): 火山噴火と災害。東京大学出版会。219 p.

● 8.4 土 砂 災 害

● 8.4.1 土砂災害の概要

地すべり、崩壊に代表される物質の斜面移動、すなわちマスマーブメントは、重要な地形形成のプロセスである。このうち、規模が大きく、なおかつ移動速度の大きいマスマーブメントは、ときとして大きな災害を引き起こす。そのような土砂災害を最小限に抑え止めるためには、マスマーブメントの様式やメカニズムを十分に理解しておく必要がある。ここでは地すべり・崩壊・岩盤崩落・土石流という代表的な 4 つのタイプのマスマーブメントについてそれぞれの特徴を簡単に説明する。

a. 地すべり

地すべりとは、斜面構成物質がある程度地状態を保ちながら、すべり面上を比較的緩慢に下方へ移動する現象をいう。一般的な地すべりの変形構造を図 8.4 に示す。この図のように、地すべりは円弧状のすべり面をもつことが多い。地すべりは、このすべり面上を土塊が下方へ移動することにより発生する。地すべり上地の移動に伴い、すべり面の先端付近には急傾斜の滑落崖が形成される。また、回転移動した土塊は緩斜面を形成する。この滑落崖および緩斜面は空中写真あるいは地形図上でも認識しやすく、地すべり地形判読の際の重要な手がかりとなる。このほか、移動した地すべり土塊の先端付近には引っぱり力により凹状地が形成される。一方、土塊の下端付近には、土塊の圧縮により、高まり(リッジ)が形成される。また、土塊はさらに押し出され、大きく移動することがある。この場合、土塊がもともと存在していた部分を削剥域、押し出された部

c. 崩落

崩落とは、急崖を構成する物質が分離して落下する現象を指す。崩落する物質の大きさはさまざまであるが、大きなものでは大災害を招くことになる。崩落の多くは岩盤の節理や亀裂の発達により発生すると考えられている。このような節理や亀裂は、風化や凍結、地下水の影響により拡大され崩落に至るとされる。

d. 土石流

土石流は、土砂や岩屑が多量の水とともに渓流を高速で流下する現象であり、崩壊した土砂が噴出流水とともに流下したり、渓流水と混合することなどによって発生する(図8.7参照)。また、地すべり土塊や崩壊土砂が渓流をいったんせき止め、それが決壊することによって発生することもある。土石流は、移動の過程で、河床上の不安定な土砂を取り込み、流路沿いを激しく侵食することにより、雪だるま式に体積を増大させるのが普通である。これにより土石流はさらに高速化し、破壊力も増加すると考えられている。また、土石流は河床勾配がおよそ10°以下で堆積を始めるといわれる。よって、山間の渓流を流下した土石流は、谷の出口から下流側で泥濘・堆積することが多く、そこにはしばしば土石流扇状地が形成される。

8.4.2 斜面崩壊・土石流の調査事例

土石流災害の発生要因に関する総合的調査として、1997年7月10日に発生した鹿見島県出水市針原地区における斜面崩壊・土石流の調査事例について、遠藤ほか(1999)、牧野・遠藤(1999)をもとに紹介する。詳しくはこれらの文献を参照されたい。

この災害では、崩壊土量15万m³に達する大規模な斜面崩壊が発生し、その土砂が土石流として下流の人家を襲い、21名の尊い人命が失われた。調査の主要な目的は、崩壊深度が深いこと、および多量に水を含み、崩壊土砂が土石流に連続的に移行した地質および水文環境の要因究明である。

ii. 調査内容と結果

崩壊源付近およびその周辺地域について、①露頭地質調査、②重力探査、および水文環境調査として③河川の流量、④水温、pH、電気伝導度など、⑤水質分析・年代測定などを実施した。水文環境の調査は、災害発生直後とともに、9月および比較的降雨の少ない11月にも実施している。各調査の内容と結果は次の通りである。

(1) 露頭調査

踏査による露頭地質調査を、崩壊源とその周辺地域で実施した。岩種および堆積構造などに加え、今回の災害発生と密接に関係すると考えられる風化の様式・程度の違いに着目して地質区分を行い、地表面質について取りまとめた。

この調査結果の概要図を図8.8に示す。本地域の丘陵には矢筈岳火山岩類(山本,1960)が分布し、安山岩と凝灰角礫岩でおもに構成される。今回の斜面崩壊は、図8.8の「崩壊源付近の玉葱状風化安山岩岩体」の境界部から玉葱状風化安山岩の部分にかけて発生している。崩壊源に露出した地層は、崩壊源の南側部分では、中下部が全体風化安山岩

沿った地すべりが発生しやすい。ときとして大規模な地すべりに移行する。また地層が褶曲している場合は、背斜軸付近で地層が破砕され、それが弱線となり地すべりを発生させていることが多い。

一方、火山岩類や凝灰岩などが、泥岩などの風化されやすい岩石を被覆している箇所では、岩相境界付近をすべり面として被覆する側の岩盤が地すべりを起こしやすい。この場合、被覆する側の岩盤をキャップロック(図8.6)といい、このような地すべりをキャップロック型地すべりとよぶ。また近年、谷を埋土して宅地を造成した箇所で、豪雨や地震をきっかけとし、埋土部分が地すべりを起こす例が多く報告されている。

b. 崩壊

崩壊とは、斜面構成物質が破壊されながら下方へ急速に移動する現象を指す。物質の移動は流動・転動・躍動の様式によりきわめて迅速に行われるため、ときとして大きな災害を引き起こす。崩壊した土砂が多量の水と混合して土石流に移行する場合も少なくない(図8.7)。また崩壊は、その深度により、表層崩壊、深層崩壊に区分される。このうち表層崩壊は土塊や崖に区分される。あるいは表層の風化部分の崩壊であり、豪雨などをきっかけとして、頻繁に山地斜面に発生する。一方、深層崩壊は山体にまで及ぶ崩壊であり、節理や亀裂が著しく発達したり、深層風化を被覆しているような岩盤でよく発生する。

移動速度が大きく、崩壊土量が数十万m³を越すような特に規模の大きいマスムーブメントは、大規模崩壊と呼んで区別することが多い。大規模崩壊は、火山岩類の分布地域や、隆起速度が早く河川の下刻の著しい地域に多く発生する。そのような地域では馬蹄型をした崩壊跡がしばしば確認される。また、稜線が丸みを帯びたり、後線付近に線状凹地、小窪地形などがみられることがある。これらの地形の形成が後に大規模崩壊に移行することがあると考えられている。



図8.7 出水市土石流災害の概要図(中澤,1997) 1997年7月10日、鹿見島県出水市で、亀裂の多い深層風化を被った安山岩の斜面が崩壊した。崩壊した土砂は土石流へ移行し、下流の集落に大きな被害をもたらした。