

# 2024년 2학기 지형학특강 강의계획서 (ver. 20240117)

# 지형학특강: 지형발달모델링과 지리교육에서의 활용

# Special lecture for geomorphology: Landscape evolution modeling and its application in geography education

## 1. 강좌 키워드

- 지형발달, 수치지형발달모형, 지형학, 지형교육

- Landscape evolution, Numerical landscape evolution model, Geomorphology, Geomorphological education

## 2. 수강신청 유의사항

● **선행이수 교과목** : 자연지리학, 지형학 / 지리정보체계 (\* 래스터 DEM 지형분석 실습을 위함)

\* 학부과정에서 이들 과목을 이수하지 않은 학생은 강의 운영의 원활함을 위해 별도의 사전 학습(예, 주교재 및 보조교재 특정 단원 읽기 등)을 요구하고 있습니다. 따라서 이에 해당하는 학생은 강의 신청 전에 반드시 이메일로 수강 신청 문의를 해주기 바랍니다

● **수강 인원** : 10명

\* 지형학특강의 수용 인원은 최대 10명입니다. 이 강의는 이론 강의 외에도 실습이 상당한 비중을 차지하기 때문에 지도의 효율성을 위해 부득이 수강 인원을 제한하였습니다. 이 점 너그럽게 이해해주기 바랍니다.

● **강의 및 실습 준비물** : 실습을 위해 개인 노트북을 지참해야 하며, MATLAB(서울대학교 라이선스)을 설치해오기 바랍니다.

● **면담시간 및 장소** : 월요일 오후 16:00~18:00

## 3. 교과목 소개

컴퓨터 기술이 발달하면서 대규모의 수치연산을 빠르게 처리하는 것이 가능하게 되었고, 이로 인해 지질시간(geologic time) 규모에서 다양한 지형형성작용들의 복합적인 영향으로 발달한 지형의 발달과정을 모의하는 것이 가능하게 되었습니다. 수치(數値)지형발달모형(numerical landscape evolution model)은 전통적인 지형학 연구자 뿐만이 아니라 일반인들에게도 지형학적 상상의 기회를 주었고, 미래 환경 변화에 따른 지표환경변화 예측을 가능하게 하였으며, 지형 및 환경 교육의 도구로서 활용될 수 있음을 보여주었습니다.

본 강의는 활용도가 점차 높아지는 수치지형발달모형을 학생이 이해하고 이를 연구와 교육에 활용하도

록 만드는 것이 목표입니다. 강의내용은 1) 지형발달 이론과 수치지형발달모형을 구성하는 주요 지형학적 법칙에 대한 강의와 2) 다양한 지형발달 요인이 지형변화에 미치는 영향을 확인할 수 있는 실습으로 구성됩니다. 한편 수치지형발달모형의 모의결과는 하천종단과 산사면횡단 형태 그리고 지형의 기복량 등으로 최종적으로 표현되기 때문에, 강의에서는 3) 수치고도모형(Digital Elevation Model, 이하 DEM)에서 하천종단을 추출하고 지형 기복 등을 분석할 수 있는 실습도 함께 진행하여 수치지형발달모형의 모의결과와 실제 지형을 비교해볼 수 있도록 합니다. 이러한 실습 구성으로 인해 수강생은 지형 분석 능력을 향상시킬 뿐만 아니라 수치지형발달모형의 학문적 그리고 교수학적 중요성을 느끼게 될 것입니다.

이상을 종합하면 수강생들은 주요 지형형성작용 법칙에 대한 이해와 이를 수식화하는 능력(예, 미분방정식, MATLAB 활용 수치해법), 수치 지형발달 모형 활용 능력을 배양하고, 지리교육 전공자는 수치지형발달모형을 활용한 지형교육의 가능성을 탐색할 것으로 기대합니다. (\* 특히 교사의 경우, 고등학교 한국지리에서 중요하게 다루고 있는 한반도 산맥의 발달 또는 침식분지의 발달과정을 모의해보고 이를 지리교육에 활용하는 것을 기말보고서 주제로 다루길 권합니다.)

#### 4. 강의 교재

아래 교재를 강의에 활용한다. 자세한 것은 '6. 강의계획'을 참고한다.

##### ● 주교재

- Wainwright J., Mulligan M., 2013. Environmental Modelling Finding Simplicity in Complexity, 2nd ed. John Wiley & Sons, Ltd. (\* 도서관 원문 이용가능)

##### ● 부교재

##### [지형발달 이론], [지형과정 모델링]

- Anderson R.S., Anderson S.P., 2010. Geomorphology: the mechanics and chemistry of landscapes. Cambridge Univ Press. (\* 도서관 원문 이용가능)

- Bierman, R.P., Montgomery, D.R., 2014. Key Concepts in Geomorphology, W. H. Freeman and Company Publishers. (\* '핵심 지형학'으로 국내 번역출간됨)

##### [지형분석 원리]

- Burrough, P.A., McDonnell, R.A., 1998. Principles of geographical information systems. Oxford University Press.

##### [기초 수학], [수치해석]

- 우효섭, 김원, 지운. 2015. 하천수리학. 청문각.

- 조재경, 1999. 공업수학이라면 이제 만화로 공부하세요 1권 미분방정식. 교우사.

- 조재경, 1997. 공업수학이라면 이제 만화로 공부하세요 2권 선형대수학과 벡터미적분학. 교우사.

- 조재경, 1997. 공업수학이라면 이제 만화로 공부하세요 3권 푸리에해석과 편미분 방정식. 교우사.

- 조재경, 1998. 공업수학이라면 이제 만화로 공부하세요 4권 복소해석과 수치해석. 교우사.
- Thompson, S.P., Gardner, M., 2004. 쉽게 배우는 미적분학. 홍릉과학출판사.
- Trauth, M., 2021. MATLAB Recipes for Earth Sciences, 5th, 5th ed, Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment. Springer International Publishing.
- 방성완, 2020. 제대로 배우는 MATLAB & Simulink. 한빛아카데미.
- 이상순, 2016. MATLAB과 동적시스템. 홍릉과학출판사.

## 5. 평가방법

본 강좌는 수강생에게 적극적인 수업 참여를 요구한다. 구체적으로 이론에 대응하는 실습을 수행하고 이를 보고서로 작성 및 제출한다.

- 성적부여 방식 : 절대평가; 등급제 : A ~ F
- 태도 및 출석 : 10 % (\* 2번을 초과하여 결석하면 "F" 처리가 됩니다.)
- 발제 : 25 % (\* 강의는 수강생의 발제를 중심으로(2주에 1번 정도) 진행되기 때문에 수강생의 적극적인 참여가 필요합니다.)
- 수시 과제 : 15 % (\* 각 이론과 관련된 실습을 수행하고 결과에 대한 보고서를 제출한다. 이 실습 과제들은 사전에 충분한 설명, 조교의 연습 지원 등이 주어진다. 따라서 특별한 컴퓨터 관련 선수 기능이 없어도 강사의 지도하에 과제 및 활동들을 수행할 수 있게 될 것이다.)
- (중간) 기말보고서 사전 주제 발표 : 10 %
- (기말) 기말보고서 발표 : 10 %
- 기말보고서: 30 % (\* 학기말에 기말보고서를 제출한다. 기말보고서 주제는 수업 내용과 관련이 있어야 하며 수치지형발달모형을 반드시 활용해야 한다.)

## 6. 강의계획

- 주요 수업방식 : 학생 발제와 관련 이론 위주 강의, 그리고 실습이 혼합됨.
- 주차별 강의 내용

**참고사항 : 5월 6일(월) 어린이날 대체 휴일로 인한 휴강은 5월 8일 같은 시간에 보강합니다.** 한편 리뷰할 논문과 교재(관련 단원)는 강의 시작 전에 업데이트될 수 있습니다. 특히 최종 수강생 명단이 확정되면 수강생의 지형학 지식 수준에 따라 변경될 수 있습니다. 또한 분량이 많을 경우는 2명의 수강생이 나누어 발제할 수도 있습니다.

주차	일	강의 내용
----	---	-------

1	3월 4일	- 강의소개 - [지형발달 이론] 지형발달의 주요 요인, 지형발달측면에서의 경관 유형구분, 지형과정의 속도, 지형발달모형 - 교재 관련 단원 : Bierman and Montgomery(2014) - 관련 문헌 : Pazzaglia(2003), Huggett(2011), 김종욱(1993, 1998), Montgomery(2001)
2	3월 11일	- (실습) MATLAB GUI 소개; MATLAB 기초 프로그래밍 - (실습) MATLAB 기호 연산 I: 수식 변수 지정, 수식 표현, 수식 풀기(사례, 대수방정식), 수식 그래프 그리기
3	3월 18일	- [지형발달 이론] 지형발달 이론의 적용: 한반도 중부의 지형발달(태백산맥과 침식분지 형성과정) - 관련 문헌: Byun et al.(2015); Byun and Paik(2021) - (실습) TopoToolbox 실습 I: User Guide to TopoToolbox - Introduction
4	3월 25일	- [지형분석 원리] Raster DEM 연산 - 교재 관련 단원 : Burrough et al.(2015) - 관련 문헌 : Mudd et al.(2014), Schwanghart and Scherler(2014), Lindsay(2014), Forte and Whipple(2019), Gailleton et al.(2019) - (실습) 모형 만들기와 함수; MATLAB 곡선근사; MATLAB 기호 연산 II - 미분
5	4월 1일	- [수치지형발달모형] 지형발달모델링의 원리와 기법 - 교재 관련 단원 : van der Beek(2013) - 관련 문헌 : Tucker and Hancock(2010), 변종민(2011), Pelletier (2013)
6	4월 8일	- (실습) 편도함수와 전미분; 벡터장과 스칼라장; 벡터장과 스칼라장 미분 - (실습) 2 차원 수치지형발달모형 실습: GPSS
7	4월 15일	- [수치지형발달모형] 수치지형발달모형의 구현 - 관련 문헌 : 변종민·김종욱(2011), Braun and Willett(2013), Campforts et al.(2017), Hobley et al.(2017), 김동은(2022) - (실습) 2 차원 수치지형발달모형 실습: Landlab
8	4월 22일	- [지형발달 모델링과 지리교육] - 관련 문헌 : Luo et al.(2004), Luo et al.(2005), Luo et al.(2019) - (실습) 2 차원 수치지형발달모형 실습: WILSIM - (실습) TopoToolbox 실습 : User Guide to TopoToolbox - Plotting ksn-values
9	4월 29일	- [지형과정 모델링] 산사면 물질이동 - 관련 문헌 : Martin(2000), Roering et al.(2008), 변종민(2015), Campforts et al.(2020), Campforts et al.(2022) - (실습) 1 차원 사면발달모형 구현 및 실습 (또는 산사태 HyLands 실습) <b>* 기말보고서 주제 발표</b>
10	5월 8일	- [지형과정 모델링] 토양생성 과정 - 관련 문헌 : Heimsath et al.(1997), Humphreys and Wilkinson(2007), Larsen et al.(2014), Byun et al.(2015), 변종민·성영배(2015) - (실습) 곡선근사 실제 (또는 토양침식량 추정 실습)
11	5월 13일	- [지형과정 모델링] 수문 모델링 - 관련 문헌 : Kirkby(1975), Beven and Kirkby(1979), Sørensen et al.(2006), Grabs et al.(2009), 변종민·김종욱(2009), Zhang et al.(2016) - (실습) TOPMODEL

12	5월 20일	- [지형과정 모델링] 기반암 하상 하도 침식 - 관련 문헌 : Whipple and Tucker(1999), 김동은 등(2014), 김동은(2022) - (실습)1 차원 기반암 하상 하도 발달모형 구현 및 실습
13	5월 27일	- [지형과정 모델링] 수문지형 분석과 유사이송 모델링 - 교재 관련 단원 : Anderson and Anderson(2010), Mulligan and Wainwright(2013), 우효섭 등(2015)
14	6월 3일	- 관련 문헌 : Davy and Lague(2009), Byun and Seong(2015) - (실습) TopoToolbox 실습: 흐름방향(* mfd 포함) 및 흐름누적 계산
15	6월 10일	<b>* 기말보고서 발표</b>

● **강의계획서에 포함된 문헌 (\* 수업 내용과 관련해서 우선적으로 읽어볼 것을 권합니다.)**

김동은, 2022. 용기울 차이에 따른 하천 종단곡선변화에 대한 이론적 고찰 - 파이썬 기반 2차원 수치지형발달모형을 이용하여 -. 대한지리학회지 57, 209-223.

김동은, 변종민, 성영배, 2014, 1 차원 수치모형을 이용한 기반암 하상 연구: 이론적 고찰: 한국지리학회지, v. 3, p. 127-137.

김종욱, 1993. 지형학에서의 시간의 역할과 기능. 지리교육논집 30, 1-15.

김종욱, 1998. 지형학에서의 이론적 접근. 사회과학교육 23-48.

변종민, 2011. 2차원 지질시간 규모 수치지형발달모형의 활용과 개발을 위한 이론적 토대. 대한지리학회지 46, 331-350.

변종민, 2015. 지반용기울이 낮은 지역에서의 암석사면 형성. 한국지형학회지 22, 61-74.

변종민, 김종욱, 2009. 무한 유량 알고리즘과 Horn 경사 알고리즘이 TOPMODEL 지형지수와 수문반응에 미치는 영향. 대한지리학회지 44, 207-223.

변종민, 김종욱, 2011, 2차원 지질시간 규모 수치지형발달모형의 개발. 대한지리학회지 46, 673-692.

변종민, 성영배, 2015. 인류세 이전 토양생성률과 20세기 후반 토양유실을 비교를 통한 토양경관 지속가능성 전망. 대한지리학회지 50, 165-183.

우효섭, 김원, 지운, 2015. 10장 유사이송, in 하천수리학, 개정판. 청문각

Anderson, R.S., Anderson, S.P., 2010. Chapter 14 Sediment transport mechanics, in: Geomorphology: the mechanics and chemistry of landscapes. Cambridge Univ Pr.

Beven, K.J., Kirkby, M.J., 1979. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. Hydrological Sciences Bulletin 24, 43-69.

Bierman, R.P., Montgomery, D.R., 2014. Chapter 14 Landscape evolution, in: Key Concepts in Geomorphology, W. H. Freeman and Company Publishers.

Braun, J., Willett, S.D., 2013. A very efficient O(n), implicit and parallel method to solve the stream power equation governing fluvial incision and landscape evolution. Geomorphology 180-181, 170-179.

Burrough, P.A., McDonnell, R.A., Lloyd, C.D., 2015. Chapter 10 Analysis of continuous field, in: Principles of geographical information systems, Third. ed. Oxford University Press.

Byun, J., Heimsath, A.M., Seong, Y.B., Lee, S.Y., 2015. Erosion of a high-altitude, low-relief area on the

- Korean Peninsula: implications for its development processes and evolution. *Earth Surf. Process. Landforms* 40, 1730–1745.
- Byun, J., Paik, K., 2021. The development process of the Korean coastal mountain range: Examination from spatial distribution of knickzones. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* 45, 541–563.
- Byun, J., Seong, Y.B., 2015. An algorithm to extract more accurate stream longitudinal profiles from unfilled DEMs. *Geomorphology, Geomorphology in the Geocomputing Landscape: GIS, DEMs, Spatial Analysis and statistics* 242, 38–48.
- Campforts, B., Schwanghart, W., and Govers, G., 2017, Accurate simulation of transient landscape evolution by eliminating numerical diffusion: the TTLEM 1.0 model: *Earth Surface Dynamics*, v. 5, p. 47–66.
- Campforts, B., Shobe, C.M., Overeem, I., and Tucker, G.E., 2022, The Art of Landslides: How Stochastic Mass Wasting Shapes Topography and Influences Landscape Dynamics: *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, v. 127, p. e2022JF006745, doi:10.1029/2022JF006745.
- Campforts, B., Shobe, C.M., Steer, P., Vanmaercke, M., Lague, D., and Braun, J., 2020, HyLands 1.0: a hybrid landscape evolution model to simulate the impact of landslides and landslide-derived sediment on landscape evolution: *Geoscientific Model Development*, v. 13, p. 3863–3886, doi:10.5194/gmd-13-3863-2020.
- Davy, P., Lague, D., 2009. Fluvial erosion/transport equation of landscape evolution models revisited. *Journal of Geophysical Research* 114, F03007.
- Forte, A.M., and Whipple, K.X., 2019, Short communication: The Topographic Analysis Kit (TAK) for TopoToolbox: *Earth Surface Dynamics*, v. 7, p. 87–95.
- Gaillon, B., Mudd, S.M., Clubb, F.J., Peifer, D., and Hurst, M.D., 2019, A segmentation approach for the reproducible extraction and quantification of knickpoints from river long profiles: *Earth Surface Dynamics*, v. 7, p. 211–230.
- Grabs, T., Seibert, J., Bishop, K., Laudon, H., 2009. Modeling spatial patterns of saturated areas: A comparison of the topographic wetness index and a dynamic distributed model. *Journal of Hydrology* 373, 15–23.
- Heimsath, A.M., Dietrich, W.E., Nishiizumi, K., Finkel, R.C., 1997. The soil production function and landscape equilibrium. *Nature* 388, 358–361.
- Hobley, D.E.J., Adams, J.M., Nudurupati, S.S., Hutton, E.W.H., Gasparini, N.M., Istanbuloglu, E., Tucker, G.E., 2017. Creative computing with Landlab: an open-source toolkit for building, coupling, and exploring two-dimensional numerical models of Earth-surface dynamics. *Earth Surface Dynamics* 5, 21–46.
- Huggett, R.J., 2011. Chapter 15 Landscape evolution: Long-term geomorphology, in: Huggett. R.J., *Fundamentals of Geomorphology*, 3rd Ed, Third. ed. Routledge.
- Humphreys, G.S., Wilkinson, M.T., 2007. The soil production function: A brief history and its rediscovery. *Geoderma* 139, 73–78.
- Kirkby, M., 1975. Hydrograph modelling strategies, in: Peel, R.F. (Ed.), *Processes in Physical and*

- Human Geography: Bristol Essays. pp. 69–90.
- Lague, D., 2014. The stream power river incision model: evidence, theory and beyond. *Earth Surface Processes and Landforms* 39, 38–61.
- Larsen, I.J., Almond, P.C., Eger, A., Stone, J.O., Montgomery, D.R., Malcolm, B., 2014. Rapid Soil Production and Weathering in the Southern Alps, New Zealand. *Science* 343, 637–640.
- Lindsay, J.B. The whitebox geospatial analysis tools project and open-access GIS.
- Luo, W., Duffin, K.L., Peronja, E., Stravers, J.A., Henry, G.M., 2004. A web-based interactive landform simulation model (WILSIM). *Computers and Geosciences* 30, 215–220.
- Luo, W., Smith, T.J., Whalley, K., Darling, A., Ormand, C., Hung, W.-C., Chiang, J.-L., Pelletier, J., Duffin, K., 2019. Earth surface modeling for education: How effective is it? Four semesters of classroom tests with WILSIM-GC. *British Journal of Educational Technology* 50, 1462–1481.
- Luo, W., Stravers, J.A., Duffin, K.L., 2005. Lessons learned from using a Web-based Interactive Landform Simulation Model (WILSIM) in a general education physical geography course. *Journal of Geoscience Education* 53, 489–493.
- Martin, Y., 2000. Modelling hillslope evolution: linear and nonlinear transport relations. *Geomorphology* 34, 1–21.
- Montgomery, D.R., 2001. Slope Distributions, Threshold Hillslopes, and Steady-state Topography. *American Journal of Science* 301, 432–454.
- Mudd, S.M., Attal, M., Milodowski, D.T., Grieve, S.W.D., and Valters, D.A., 2014, A statistical framework to quantify spatial variation in channel gradients using the integral method of channel profile analysis: *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, v. 119, p. 138–152.
- Mulligan M., Wainwright, J., 2013, Chapter 11 Modeling catchment and fluvial processes and their interaction, in: Wainwright, J., Mulligan, M., *Environmental Modelling Finding Simplicity in Complexity*, 2nd ed. John Wiley & Sons, Ltd.
- Pazzaglia, F.J., 2003. Landscape evolution models, in: Gillespie, A.R., Porter, S.C., Atwater, B.F. (Eds.), *The Quaternary Period in the United States*. Elsevier, Amsterdam, pp. 247–274.
- Pelletier, J.D., 2013. 2.3 Fundamental Principles and Techniques of Landscape Evolution Modeling, in: Shroder, J.F. (Ed.), *Treatise on Geomorphology*. Academic Press, San Diego, pp. 29–43.
- Roering, J.J., 2008. How well can hillslope evolution models “explain” topography? Simulating soil transport and production with high-resolution topographic data. *Bulletin of the Geological Society of America* 120, 1248–1262.
- Schwanghart, W., Scherler, D., 2014. Short Communication: TopoToolbox 2 – MATLAB-based software for topographic analysis and modeling in Earth surface sciences. *Earth Surface Dynamics* 2, 1–7.
- Sørensen, R., Zinko, U., Seibert, J., 2006. On the calculation of the topographic wetness index: Evaluation of different methods based on field observations. *Hydrology and Earth System Sciences* 10, 101–112.
- Tucker, G.E., Hancock, G.R., 2010. Modelling landscape evolution. *Earth Surface Processes and Landforms* 35, 28–50.

van der Beek, 2013, Chapter 19 Modelling landscape evolution, in: Wainwright, J., Mulligan, M., Environmental Modelling Finding Simplicity in Complexity, 2nd ed. John Wiley & Sons, Ltd.

Whipple, K.X., Tucker, G.E., 1999. Dynamics of the stream-power river incision model: Implications for height limits of mountain ranges, landscape response timescales, and research needs. Journal of Geophysical Research B: Solid Earth 104, 17661–17674.

Zhang, Y., Slingerland, R., Duffy, C., 2016. Fully-coupled hydrologic processes for modeling landscape evolution. Environmental Modelling & Software 82, 89–107.

## 7. 장애학생에 대한 지원

장애유형	지원 서비스	
	강의 수강 관련	과제 및 평가 관련
시각장애	교재 제작(디지털교재, 점자교재, 확대교재 등) 대필도우미 허용	과제 제출기한 연장 과제 제출 및 응답 방식의 조정 평가 시간 연장 평가 문항 제시 및 응답 방식의 조정 별도 고사실 제공
지체장애	교재 제작(디지털교재) 대필도우미 및 수업보조 도우미 허용	
청각장애	대필 및 문자통역 도우미 활동 허용 강의 녹취 허용	
건강장애	질병 등으로 인한 결석에 대한 출석 인정 대필도우미 허용	
학습장애	대필도우미 허용	
지적장애	대필도우미 및 수업 멘토 허용	
자폐성장애		

본 강의를 수강하는 장애학생들에게는 이상의 지원 서비스 이외에도 장애학생 개개인의 특성과 요구에 따라, 지도교수 및 장애학생지원센터와의 상담을 통하여 적절한 수준의 지원 서비스를 제공합니다. 장애학생에 대한 지원서비스와 관련하여 문의사항이 있는 학생들은 담당교수 혹은 장애학생지원센터(02-880-8787)로 문의바랍니다.