

카르스트 地形의 研究

(Shinkhole을 中心으로)

陸上教官 劉 宰 臣

I. 序 論

1. 研究目的

우리나라에는 Cambro-Ordovician 紀의 朝鮮累層群에 屬하는 石灰岩地層이 널리 分布하고 있으며 小規模나마 이들 地域에 Sinkhole terrain이 發達하므로 本論文은 高度가 相異한 三個地域에서 發達하는 Sinkhole terrain을 比較하여 그 特性을 究明하는데 있다.

本 研究地域은 江原道地域中 Sinkhole terrain이 比較的 잘 發達되고 高度가 相異한 三個地域을 選定하였다. 卽 100 m 以下の 削剝面인 北坪~三陟地域과 300~600 m 削剝面의 旌善郡 檜洞里와 600~900 m 削剝面의 旌善郡 百荻嶺一帶이다

2. 研究方法

本 研究를 遂行하기 爲하여 三段階로 나누어 作業을 實施하였다.

첫째 段階는 文獻調査에 依한 研究對象地域의 選定과 그에 關聯된 內容을 綜合檢討하였다.

둘째 段階는 實際 野外調査 (1978.8.19~1978.10.20)를 數次 實施하여 各各의 Karst phenomena에 對해 精密調査를 하였다. 地圖는 1:50,000을 1:10,000으로 擴大한 地形圖를 使用했다.

세째 段階는 野外에서 얻어진 資料를 整理하여 實內에서 研究가 實施되었다.

3. 研究動向

Karst phenomena에 對한 研究는 Assyria王 Salmanassar Ⅲ세가 보낸 調査團이 Tigris江 根源地에 있는 우물과 洞窟에 對한 調査記錄이 世界 最初이며, 1689년에는 Valvasar가 Slovenian Karst를 調査하여 많은 洞窟地圖를 남겼으며 Schmidle은 組織的인 地質學的 및 水文學的의 調査를 했고 19世紀後半과 20世紀初에는 Karst地形研究의 結實期였으며 特히 Lehmann, H와 Corbel, J은 1936年 以來 氣候地形學的인 研究를 했다. 現在는 主로 古氣候學的인 資料를 바탕으로하여 많은 研究가 實施되고 있다.

우리나라의 Karst地形에 對한 研究는 中村新太郎 (1926), 小林貞一 (1931) 및 吉川虎雄 (1947)이 概略的인 調査를 했으며 最近에는 鄭璋¹⁾에 依해 南韓의 Karst地形 (1962), 韓國의 Karst地形 (1966), Karst地形 (1971, 1975) 등에서 Karst地形의 語源, 分布, 發達條件 및 輪廻에 對한 具體的인 研究가 있었으며 徐茂松²⁾에 依해 韓國의 Karst地形 (1966)과 韓國의 石灰洞窟産 Pisolite에 關한 研究 (1977)가 있고 洪始煥³⁾의

韓國洞窟에 對한 研究 (1975)는 우리나라 洞窟에 對한 最初의 研究로 이 分野에서 先驅者의 役割을 해왔으며 그외에도 金大經⁴⁾의 太白山地域을 中心으로 한 Karst 地形에 關한 研究 (1978)가 있다.

I. 自然 概 觀

1. 氣 候

W. Koppen의 氣候區分에 依하면 本域中 三陟地域은 溫帶多雨型 氣候(Cfa)이며 檜洞里와 百苾嶺地域은 大陸性寒帶氣候(Dwa)의 特徵을 나타낸다.

年平均氣溫은 三陟一帶가 12~13℃로 冬季에는 同緯度の 西部地方보다 약간 높으나 夏季에는 主로 海洋의 影響을 많이 받으므로 同緯度の 西部地方에 比해 差異가 적으며 百苾嶺과 檜洞里地域은 10.5~11.7℃로 三陟地域보다 낮으며 太白山脈을 사이에 두고 있으므로 三陟地域과 百苾嶺 및 檜洞里地域은 氣候에 있어 약간의 差異를 나타낸다.

降水量은 三陟地域이 1,103.4~1,303.5 mm, 檜洞里와 百苾嶺地域이 1,200~1,291.5 mm이고 降水量의 夏期集中度는 他地域에 比해 적은 편이다.

2. 土壤 및 植生

1:50,000 概略土壤圖⁶⁾에 依하면 本域의 土壤은 22個種類가 分布되어 있으나 이들중에서 Sinkhole terrain이 發達된 土壤은 赤黃色土 및 堆積土, 岩碎土 및 赤黃色土, 酸性褐色森林土 및 岩碎土, 赤黃色土이며 이들 特性이다.

本域은 大部分이 豐村石灰岩層과 莫洞石灰岩層으로 構成되어 있어 이들 母材로한 土壤이며 表層은 溶脫作用에 依해 CaO와 MgO를 喪失하고 不溶性인 Fe₂O₃와 Al₂O₃를 包含하는 赤褐色 또는 暗灰色이며 植生의 影響으로 Terra rossa는 적고 土壤의 侵蝕程度는 微弱했던 것으로 思料된다.

植生을 森林植物帶에 依해 分類하면 三陟地域은 溫帶性落葉 葉樹林帶와 常綠 葉樹林帶가 混合된 地域이고 檜洞里와 百 嶺地域은 落葉樹林帶가 混合된 地域이다.

-
- 1) 鄭璋鎬, a. "南韓의 Karst 地形," 서울대학교 대학원 석사학위 논문, 1962.
 b. "韓國의 Karst 地形," 只山先生華甲論文集, 1966, pp. 213-220
 c. "Karst 地形," 原色科學大百科辭典, ② 地球, 1971, pp. 232-239.
 d. "Karst 地形," 地理學會報 第13號, 1975, pp. 1-7.
 - 2) 徐茂松, a. "韓國의 Karst 地形," 只山先生華甲論文集, 1966, pp. 69-78.
 b. "韓國의 石灰洞窟産 Pisolite에 관한 연구," 地理學 第16號, 1977, pp. 79-84.
 - 3) 洪始煥, "韓國洞窟에 관한 研究," 洞窟學會誌, 第1號, pp. 6-8.
 - 4) 金大經, "Karst 地形에 관한 研究," 建國大學院 碩士學位論文, 1978.
 - 5) a. 中央觀象臺, "기상년보," 1970-1977.
 b. 建設部, "한국수문조사년보," 1970-1977.
 - 6) 農村振興廳, "概略土壤圖," 1:50,000, 江原道, pp. 1-58.

3. 地 形

本三個地域中 三陟地域은 太白山脈 東 , 百 荻 嶺 地 域 是 太 白 山 脈 陵 線 部 , 洞 里 地 域 은 太 白 山 脈 上 分 岐 哈 是 車 嶺 山 脈 이 始 作 되 는 處 에 位 置 哈 而 各 地 域 別 特 性 은 下 記 와 같 다 .

가. 三 陟 地 域 : 太 白 山 脈 的 東 麓 인 海 岸 低 地 帶 에 位 置 哈 而 低 山 性 · 丘 陵 性 的 山 地 地 形 이 而 海 岸 線 에 几 乎 平 行 哈 而 海 岸 段 丘 가 發 達 되 어 有 而 是 是 Oligocen Epoch 以 後 에 地 隆 起 가 始 作 되 었 다 . 水 系 는 五 十 川 이 太 白 山 脈 과 海 岸 山 地 와 的 間 에 嵌 入 曲 流 哈 而 山 間 에 根 源 을 두 고 有 而 溪 川 들 은 下 刻 作 用 이 深 哈 而 低 地 帶 에 이 르 면 谷 面 積 도 넓 어 지 而 屬 壯 年 期 以 後 的 侵 蝕 相 을 보 여 주 다 .

나. 百 荻 嶺 地 域 : 太 白 山 脈 的 陵 線 部 에 位 置 哈 而 南 韓 上 高 位 Karst 地 形 이 發 達 된 處 이 而 險 峻 的 山 勢 를 이 루 고 有 而 山 脈 的 方 向 을 北 北 西 或 是 几 乎 的 南 北 方 向 이 다 . 同 樣 的 河 川 들 은 幽 溪 附 近 上 合 流 哈 而 地 形 發 達 段 階 로 보 아 壯 年 期 以 後 的 樣 相 을 나 타 난 다 .

다. 檜 洞 里 地 域 : 本 域 은 河 岸 段 丘 的 樣 相 을 보 여 주 나 支 流 인 河 川 이 나 溪 流 的 侵 蝕 作 用 으로 因 哈 而 破 壞 되 어 小 緩 斜 面 或 是 小 平 坦 面 이 谷 底 보 다 더 高 的 處 에 散 在 哈 而 . 即 現 在 的 谷 底 보 다 70 m 高 的 削 剝 面 에 砂 礫 層 이 存 在 哈 而 礫 的 直 徑 은 4~45 cm 에 이 르 而 現 在 的 河 岸 段 丘 보 다 30 m 以 上 的 山 斜 面 에 谷 壁 階 段 이 나 타 난 다 . 水 系 는 朝 陽 江 이 東 上 西 向 嵌 入 曲 流 哈 而 屬 壯 年 期 以 後 的 地 形 을 나 타 내 고 有 而 .

本 研 究 地 域 은 太 白 山 脈 的 東 · 西 上 階 段 狀 的 削 剝 面 을 形 成 哈 而 有 而 削 剝 面 上 에 Sinkhole terrain 이 發 達 되 어 有 而 .

4. 地 質

本 域 上 是 Cambro - Ordovician 紀 에 屬 哈 而 的 朝 鮮 累 層 群 的 石 灰 岩 이 廣 泛 的 分 布 哈 而 有 而 三 陟 地 域 上 是 豐 村 石 灰 岩 , 百 荻 嶺 地 域 上 是 豐 村 石 灰 岩 과 石 屏 小 石 灰 岩 (莫 洞 石 灰 岩)

洞 里 地 域 上 是 旌 善 石 灰 岩 的 分 布 地 에 Sinkhole terrain 이 發 達 哈 而 地 域 別 地 質 系 統 은 下 列 과 같 다 .

地 域 別 地 質 系 統 7)

地 域 \ 時 代	三 陟	百 荻 嶺	洞 里
제 4 기	신기하성층 고기하성층	신기하성층	신기하성층 고기하성층
오도비스기 캠브리아기	막동석회암층 풍촌석회암층	석병산석회암층 풍촌석회암층	정선석회암층 막동석회암층

(Sinkhole terrain 發達地域)

7) 崔裕久, "太白山地區 地下資源報告書," 1962, pp. 1-25.

豐村石灰岩層은 北較的 純碎한 石灰岩層으로 CaO 48~50%, MgO 2~5% 內外이며 三陟地域과 百苾嶺地域의 생계령~피원附近에 分布하며 돌로마이트質石灰岩의 薄層을 狹在하는 地域도 있으나 大部分이 白色 乃至 灰色의 塊狀石灰岩으로 되어 있다. 三陟地域에서는 淡紅色, 淡黃褐色, 白色 乃至 灰色의 結晶質塊狀石灰岩으로 構成되어 있으며 그 厚는 350~450 m에 達하며 同域에서 Sinkhole terrain이 優勢하게 發達되어 있다.

莫洞石灰岩層은 百苾嶺地域에 分布하며 純碎한 石灰岩과 돌로마이트質 石灰岩이 互層을 이루고 있으며 그의 厚는 200 (±)이다. 本層에도 Sinkhole terrain이 發達되어 있다.

旌善石灰岩層은 灰白色 塊狀石灰岩으로 構成되어 있으며 稀有하게 灰色 또는 岩灰色세일을 狹在하며 洞里地域에 分布하며 그의 厚는 700 m (+)이며 同域에서도 Sinkhole terrain이 잘 나타난다.

本域의 旌善石灰岩과 莫洞石灰岩은 오오도비스紀, 豐村石灰岩은 캄브리아紀의 岩石으로 캄브리아紀의 岩石으로 前記한 氣候條件과 古氣候學의 條件을 고려하면 Sinkhole terrain이 잘 發達할 수 있는 與件을 充分히 갖추었으므로 各種 Karst phenomena가 나타난다.

Ⅱ. 高度別 Karst phenomena의 分析

研究對象地域들은 地形輪廻로 보아 滿壯年期에서 晩壯年期, 그리고 晩壯年期에서 老年期로 進入하는 地形에 屬하므로 大體로 被覆카르스트 (covered karst)의 特性을 나타낸다. 따라서 裸出 Karst (bare karst)의 特徵인 Karren은 잘 發達하지 않으나 Doline를 비롯한 여러가지 Karst phenomena는 잘 發達하며 各各의 特徵은 下記와 같다.

1. Terra rossa

本域은 風化土壤이 植生으로 덮혀있는 地域은 Terra rossa가 나타나지 않으나 植生이 不良한 地域에서는 小規模나마 局部的으로 Terra rossa가 나타난다. 卽 植生이 不良한 三陟의 一部地域은 純碎한 石灰岩인 豐村石灰岩層으로 構成되어 있어 可溶性物質의 含有量이 많으므로 石灰岩의 溶解가 活發하고, 高度가 낮은 地域과 陽地斜面은 土壤水의 蒸發量이 他地域에 비해 더 많아 Terra rossa의 發達狀態가 比較的 良好하며 그 厚는 3~5 m나 된다. 그러나 植生이 良好한 百苾嶺과 洞里地域과 三陟一部 地域에서는 純碎도가 豐村石灰岩보다 낮은 旌善石灰岩과 莫洞石灰岩으로 되어 있으므로 石灰岩의 溶解率도 적고 또 植生으로 因해 土壤이 腐蝕되어 Terra rossa의 發達이 不良하며 그 厚는 1 m以內이다.

2. Karren

本域은 大部分이 covered karst 地域이므로 Karren이 나타나지 않으나 三陟地域의 城南里, 邑上里 및 湫岩里와 洞里地域의 龍灘里에 Karren이 나타나며 百苾嶺地域에서는 나타나지 않는다.

Karren은 流水에 依한 영향은 極小하며 주로 重力水에 依해 溶蝕溝가 發達하며 層理面과 節理面을 따라 擴張되나 層理面에 優勢하게 發達하며 Karren의 表面部는 表面附近에서 溶蝕된 石灰岩의 石灰成分이 再膠結되므로 Karren의 內部보다 치밀하고 堅固하다.

龍灘里의 Karren은 傾斜가 25° 內外의 緩傾斜地에 나타나며 主溶蝕方向은 N48E이고 地

表에 露出된 높이는 20~55 cm이며 尖端은 大體로 둥글다.

邑上里의 Karren은 約 62°의 急傾斜地에 나타나며 注溶蝕方向은 N 60E이다. 湫岩里의 Karren은 典型的인 形態를 나타내고 있으며 溶蝕溝의 主方向은 N40E로써 이 地域의 走向(N43E)과 거의 一致하며 溶蝕溝의 最高높이는 6 m나 되며 節理와 層理面을 따라 二次的인 溶蝕溝가 여러 方向으로 發達되어 있다.

結局 Karren은 溶蝕作用, 傾斜, 岩石의 成分과 植生 및 人工的으로 森林伐採나 農耕地 開墾 등으로 土壤侵蝕이 加速되어 나타나므로 高度와는 相關關係가 적은 것으로 思料된다.

3. Doline

本域의 Sinkhole terrain中에서 가장 많이 나타나는 것이 Doline이다. 이는 周圍가 閉塞된 窪地로써 Sinkhole, Swallet 또는 Swallow hole이라고도 하며 表面被覆物의 陷沒에 依한 것은 百苾嶺地域에 1個所 發見될 뿐이다. 그외는 表面溶解作用이나 流水로 因한 被覆物의 除去로 形成된 Solutional Doline이며 最初에 陷沒된 Doline가 溶蝕作用과 侵蝕作用을 받아 Solutional Doline의 形態로 變移했는지의 與否는 區別하기 困難하다.

Doline의 形態는 母岩, Karst 輪廻와 Karst 輪廻의 中斷에 依해 左右되며 豊村石灰岩層으로 되어있는 三陟地域과 百苾嶺一部地域에서는 莫洞石灰岩이 分布한 百苾嶺一部地域과 洞里地域보다 Doline의 規模가 더 크고 平面形態도 圓型에 가까우며 Doline의 斷面은 對稱의이다. 反面 莫洞石灰岩이 分布한 百苾嶺一部地域과 旌善石灰岩이 分布한 洞里地域은 豊村石灰岩地域보다 規模도 작고 平面形態는 橢圓型이 많으며 特히 三陟地域에는 輪廻의 中斷으로 階段 Doline의 形態가 顯著하며 Karst 輪廻로 보아 더 오래된 百苾嶺地域의 Doline의 깊이가 他地域보다 더 얕다.

一般的으로 Doline는 母岩, Karst 輪廻 등이 同一한 地域에서는 高度가 높은 곳일수록 位置에너지가 크므로 規模가 큰것이 나타난다.

4. Uvala

本域은 Uvala는 Doline의 長徑方向으로 伸長되어 있으며 Karst cycle로 보아 嗣壯年期에서 老年期로 들어가는 段階에 가장 顯著하게 發達한다. 따라서 洞里地域의 Uvala는 發達狀態가 良好하며 三陟地域과 百苾嶺地域은 Uvala가 現在도 擴張되고 있는 狀態이다.

Uvala의 成因에 對해서 Cvijic⁸⁾ (1960)은 單純히 石灰岩의 表面溶蝕에 依한 것이라고 있으나 一般的으로 Doline가 擴大되어 인접한 Doline와 連結되면 不規則的인 形態의 複合 Doline인 Uvala가 形成되고 있다.

따라서 Uvala는 位置에너지가 크고 Karst cycle이 더 오래된 地域에서 큰 規模로 發達한다.

5. Blind Valleys

百苾嶺地域에 4個의 Blind valleys가 發達되어 있으며 크기와 規模는 石灰岩의 成分과

8) Cvijic, J. "La geographie des terrains calcaires," Academie serbe des sciences et des Arts monographies, 1960, p. 141.

滲透水の排水量과 化學的性質 등에 依해 決定되며 一般的으로 탄산염 成分을 적게 가진 것은 더 길고 넓게 發達하나 本域에서는 그 規模를 正確히 測定하기 困難하나 N10W ~ N5S 方向으로 滲透水가 流入될 可能性이 많으며 位置에 依해서 클수록 規模가 큰 것이 나타난다.

6. Polje

Yugoslavia의 Karst 地形에서는 河川의 流入으로 생긴 平 한 地形을 가진 閉鎖된 큰 窪地를 Poljes 라고 했으며 各國마다 使用된 名稱이 다르다. 卽 Malaysia에서는 「Wangs」⁹⁾, Cuba에서는 「Hojos」라고 한다.

Gams, I¹⁰⁾ (1969)는 面積이 數坪方 km²인 閉鎖된 窪地는 모두 Poljes로 分類했으나 Jennings, J. N.¹¹⁾ (1971)는 어떤 地質構造 또는 河川의 流出入으로 形成된 窪地만을 Poljes라 했으며 本研究에서는 Jennings, J. N의 定義대로 分類했다.

本域에서는 百茨嶺地域에서 貓峯層이 石屏山石灰岩層을 貫入하여 생긴 斷層線을 連하여 7個의 斷層 Poljes가 發達되었으며 長徑의 方向은 N10E~N18E로 斷層線의 方向과 비슷하다.

Poljes의 밑바닥과 側面사이에는 一般的으로 가파른 遷移點이 있는데 이 地域에서는 溶蝕作用으로 因하여 이를 觀察할 수 없다. 이런 側面이 不透水性의 岩石인 경우에는 流水는 下方으로 移動하며 Ponor라고하는 排水口를 通하여 地下로 流入되는데 3個의 Ponor가 나타난다. 本域에서는 幅이 30~50 m, 長이 40~80 m인 比較的 規模가 작은 Poljes가 7個가 高度와는 相關없이 斷層線을 따라 發達하고 있다.

7. Karst spring

Karst spring는 地下로 滲透되었던 地表面의 滲透水가 다시 地表面에 나타난 現象으로 三陟地域의 大口里에 1個所, 洞地域의 월평리에 1個所 나타난다. 이 地域의 地質條件을 고려하면 表面河川의 滲透로 因한 湧出은 없고 全的으로 石灰岩地域의 伏流에 依해 供給받는 exsurgences이다. 平均湧出量은 季節에 따라 약간의 差異가 있으며 特히 월평리의 Karst spring에서 湧出되는 물은 이 地域의 住民 40世帶의 飲料水를 提供해 준다.

Karst spring은 高度와는 無關한 것으로 思料된다.

IV. Karst 形成時期와 期廻

1. Karst 形成時期

Karst phenomena의 形成時期와 發達過程은 氣候가 相異한 地域에서도 많은 獨立된

-
- 9) Lehmann, H. "Karst morphologische, geologisch und botanische Studien in der Sierra de los Organos auf Cuba." Erdkunde, 1956, pp. 185-204.
 - 10) Gams, I. "Some morphological characteristics of the Dinaric Karst," Geogr., 1969, 135 : 563-72.
 - 11) Jennings, J. N. "Karst," The M. I. T. Press, 1971, pp. 1-252.

論理的根據를 가지고 있다. 이렇게 氣候는 岩石風化에 있어서 큰 役割을 하며 地表面을 變形시키고 있다.

Lehmann, H (1936) 은 Java 의 中部와 南部地方에서 氣候-地形學的인 面에서 Sink-hole terrain 의 發達過程만을 究明하고 있으며 Jennings, J. N 와 Sweeting, M. M (1963) 은 Kimberley 西部地方의 Limestone Ranges 에서 熱帶 半乾燥 氣候下의 Sinkhole terrain 의 發達過程을 研究했으나 氣候變化에 對한 Karst phenomena 의 形成時期에 對해서는 研究가 不振한다.

本域의 地形은 第 4 紀 Pleistocens Epoch 에 거의 形成되었으며 Karst phenomena 는 現在도 溶蝕이 進行되고 있으므로 發達이 繼續되고 있는 것으로 思料되며 地域別 形成時期는 下記와 같다.

가. 三陟地域: 隆起 海岸段丘가 現 海岸線에 거의 平行하게 發達되어 있으며 이들의 生成年代에 對해서는 金端雲¹²⁾ (1973), Guilcher¹³⁾ (1975) 및 朴尹權, 韓相俊, 尹雄永¹⁴⁾ (1977) 에 依하면 3~7m의 海岸段丘는 後氷期溫暖期에, 40~60m의 海岸段丘는 第 4 紀에 形成된 것으로 報告되었다. 따라서 年平均隆起率을 約 1.1 mm로 假定한다면 現 地形은 45,000~82,000 年前 사이에 形成되었으며 Karst phenomena 는 現 地形形成以後에 發達된 것이다.

나. 百苾嶺地域: 本域의 Blind valleys 의 侵蝕溪谷들은 Doline 와 關係없는 다른 溪谷들과 同一한 地形的 樣相을 形成하는 것으로 보아 現 地形의 生成時期와 Karst phenomena 의 形成時期는 同時의이며 大部分이 第 4 紀에 形成된 것으로 思料된다.

다. 洞里地域: 地方水準面에서 約 70m 되는 곳에 古期河成層이 存在하며 이는 Pleistocene Epoch 에 堆積된 것으로 思料되며 古期河成層內의 砂礫은 Karst phenomena 를 被覆하지 않는다. 그러므로 年平均侵蝕率을 1mm로 假定하면 70m가 下刻하려면 70,000 年이 所要된다. 따라서 現 地形은 第 4 紀에 形成되었으며 그 以後에 Karst phenomena 가 發達한 것으로 思料된다.

2. Karst 輪廻

W. M. Davis 의 侵蝕輪廻以後에 Karst 地形에 對한 侵蝕輪廻의 概念이 Richter (1907) 에 依해 發表되었으며 Grund, A¹⁵⁾ (1914)의 理論에 根據를 두고 地域別로 考察하면 다음과 같다.

가. 三陟地域: 豊富な 降水量과 溫緩한 氣溫 및 良質의 豊村石灰岩層의 分布 등의 영

12) 金端雲, "한반도 동남해안의 해안단구에 관한 연구," 지질학회지 제 9 권, 1973, pp. 89-121.

13) Guilcher, A., "Report on a preliminary of the geomorphological features of the western and southern coasts of R. O. K. : 1975, Type written special Report.

14) 朴炳權·韓相俊·尹雄永, "한반도 후빙기 해변변화의 증거," 지질학회지 13 권, 1977, pp. 15-22.

15) Grund, A., "Der geographische Zyklus in Karst," Z. Ges. Erdk. Berl., 1914, 621-640.

향으로 Doline의 發達이 良好하고 Uvala는 많이 나타나나 規模도 작고 現在도 擴張되고 있으므로 滿壯年기에 該當된다.

나. 百茨嶺地域: Doline와 Uvala는 比較的 큰것이 나타나고 그 깊이도 他地域에 비해 얕으며 特히 Uvala가 破壞되어 原來的 性質을 잃어가고 있는것이 大部分이다. 따라서 老年기에 該當된 것으로 보인다.

다. 洞里地域: Doline와 Uvala의 破壞程度가 百茨嶺地域보다 적어 原來的 形態를 區分할 수 있으며 그 깊이는 더 깊다. 그러므로 Karst cycle은 晩壯年期中에서 老年期로 轉移하는 段階라고 할 수 있다.

V. 結 論

1. 本域에 發達하는 Sinkhole terrain은 Cambro~Ordovician 紀의 朝鮮累層群에 屬하는 豐村石灰岩層 및 莫洞石灰岩의 分布地域에 發達한다.

2. 本域의 Karst 地形은 被覆 Karst로서 Karren의 發達은 貧弱하나 Doline를 비롯한 其他 Karst phenomena는 잘 發達한다.

3. Terra rossa는 植生이 比較的 不良하고 Karst 輪廻로 보아 낮은 段階에 屬하는 三陟地域에 小規模로 發達한다.

4. Karren는 Karst 輪廻程度가 더 낮은 三陟地域과 洞里地域에 나타나며 百茨嶺地域에는 나타나지 않는다.

5. Doline의 規模는 豐村石灰岩地域은 크고 圓型에 가까우며 對稱的이나 莫洞石灰岩地域은 작고 圓型이고 非對稱的이며 老年기에 가까울수록 깊이가 얕다.

6. 斷層 Poljes는 百茨嶺地域에 發達하며 高度와는 無關하다.

7. Uvala와 Blind valley는 位置에 너지가 크고 Karst 輪廻로 보아 더욱 오래된 地域에서 큰 規模로 發達한다. 特히 百茨嶺地域의 Blind valley는 高度와 관련된 것이다.

8. Karst 輪廻는 三陟地域이 滿壯年期, 百茨嶺地域이 老年期, 洞里地域은 晩壯年期中에서 老年期로 접어드는 段階에 있다.