

# 주식간 동적 연결구조의 형성원칙에 관한 연구

김승환\* · 엄철준\*\* · 이운철\*\*\*

## 〈요 약〉

본 연구는 한국주식시장에서 관찰 가능한 주식간 동적 연결구조를 도출하고, 관찰된 연결구조가 어떤 방식으로 형성되는지에 대한 기존연구의 결과를 보다 심층적으로 검증하고자 하였다. 즉, 주식간 동적 연결구조가 Power Law분포를 따른다는 기존 연구결과에서, 왜 대부분의 주식은 다른 주식과 2개이하의 연결개수를 갖고, 왜 일부 주식이 다른 주식들과 많은 연결개수를 갖는지에 대한 원인을 규명하고자 하였다. 그리고, 검증결과의 신뢰성을 높이기 위하여 다양한 각도의 검증방법을 채택하여 분석하였다. 검증결과에 의하면, Mantegna의 검증방법에 의하여 도출된 주식간 동적 연결구조에서 관찰된 주식간 연결개수는 기본적으로 해당주식이 개별주식의 고유속성이 많이 갖는가 아니면 시장지수와의 공통속성이 높은가에 기인한다는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 다른 주식과 많은 연결개수를 갖는 주식일수록 시장지수와의 공통속성이 높은 경향이 있고, 다른 주식과 작은 연결개수를 갖는 주식일수록 개별주식의 고유속성이 높은 경향이 있다는 것을 관찰할 수 있었다. 그리고, 이러한 결론은 다양한 각도의 분석에서도 일관된 결과를 관찰하였다.

## I. 서 론

복잡계의 대표적인 경우로 인정되는 금융시장에서는 예상되는 혹은 예상하지 못한 정보가 외부에서 유입되거나 내부에서 생성되었을 때, 정보는 관련 자산에 유사한 영향을 미치고, 또한 다른 금융시장에도 영향을 미칠 수 있다는 것은 일반적으로 인식되고 있다. 더욱이, 이러한 정보에 의한 상호 반응정도는 과거에

비하여 더욱 빨리 혹은 동시적으로 발생하는 경향을 나타내고 있으며, 이는 정보통

논문접수일 : 2003년 10월 22일      논문게재확정일 : 2004년 3월 13일

\* 포항공과대학교 물리학과 NCSL 및 아태이론물리센터

\*\* 부산가톨릭대학교 병원경영학과[교신저자]

\*\*\* 포항공과대학교 NCSL/NRL 연구원

본 논문은 과학기술부 국가지정연구소 지원사업의 지원을 받고 작성된 것입니다.

신의 발달로 인하여 정보 획득 및 공유가 용이해졌고, 금융시장 내 뿐만 아니라 금융시장간의 상호·연결된 네트워크가 형성되어 있기 때문일 것이다. 따라서, 이와 같이 눈에 보이지 않는 주식간 연결구조에 대한 연구는 필요하며, 이러한 연구는 주식가격간에 상호 어떻게 영향을 미치는가하는 방식에 관한 내용을 포함하고 있기 때문에 그 중요성이 인정된다고 할 수 있다.

자산간 혹은 시장간의 눈에 보이지 않는 상호 연결된 네트워크에 대한 연구가 최근 인접학문분야에서 이루어지고, 대표적인 연구는 Mantegna(1999)에 의하여 학계에 제안되었다. 그의 연구는 주식간에 상관관계가 높다는 것은 상호 유사성이 높다는 것이며, 이를 근거로 기하학적 및 분류학적 접근법에 의하여 주식간에 보이지 않는 연결관계를 형성 및 도출할 수 있다는 전제에서 검증을 시도하였다. 이후, 제안된 검증방법에 의하여 관찰된 주식간 연결구조가 과연 통계적 뿐만 아니라 경제적 관점에서 신뢰할 수 있는 것인지 혹은 경제적 의미를 함축하고 있는 결과인지 등에 대한 다양한 검증이 이루어졌다. 관련연구의 검증결과에서 공통적으로 언급되는 것은, 첫째 Mantegna에 의하여 제안된 방법에 의한 주식간 혹은 시장간의 연결관계는 경제적으로 의미 있는 동적 집단분류능력을 갖고 있고, 둘째, 시계열적으로 변화하는 주식간 및 시장간 연결관계를 전체적 관점에서 시각적으로 관찰할 수 있는 이점을 갖고 있다는 것이다.

한편, 제안된 접근법으로 도출되는 주식간 동적 연결구조는 전체적인 관점에서 해석을 시도할 수 있다는 이점은 있지만, 해석의 일관성 측면에서 문제점이 지적되고 있다. 즉, 전체적 관점에서 금융시장을 일관되게 해석하기 위해서는 관찰되는 주식간 동적 연결구조에 대한 형성원칙이 제시되어야 한다. 만약, 이러한 연구결과가 없다면, 시계열적으로 변화하는 주식가격정보에 따라 연구자가 채택하는 분석대상주식 및 검증기간 별로 상이한 주식간 연결구조를 도출할 것이고, 각 연구자별로 임의의 해석노력을 제시할 것이기 때문이다. 따라서, 주식간 연결구조에 대한 형성원칙의 연구는 향후 진행될 수 있는 적용 및 응용분야를 위해서는 필수적인 연구과제이다. 이러한 측면에서 이루어진 일련의 관련연구로는 경제물리학 분야에서 제시되고 있는 주식간 연결구조가 Power Law분포를 따른다는 증거가 있다.

Mantegna에 의하여 제안된 방법에 따라 도출된 주식간 연결구조에서 관찰되는 주식간 상호 연결관계에서, 특정주식이 갖는 다른 주식과의 연결개수가 Power Law분포를 따른다는 것은 주식간의 연결구조는 일반적으로 통계적 분포에서 관찰되듯 분포의 중심에 해당하는 평균이 존재하는 것이 아니라, 대부분의 주식들이 다른 주식과 갖는 연결개수는 1개 혹은 2개이고, 나머지 일부 주식들이 다른 주식들과 많은 연결개수를 가

짐에 따라 중심이 없는 양극단의 연결개수 빈도만이 관찰된다는 것이다. 그러나, 이러한 관찰에서 왜 특정 주식은 다른 주식들과 1개 혹은 2개만의 연결개수를 갖고, 특정 주식은 다른 주식들과 많은 연결개수를 갖는지에 대한 연구결과는 현재까지 제시되지 않고 있다. 따라서, 본 연구는 Mantegna의 연구방법에 따라 한국주식시장에서 관찰 가능한 주식간 동적 연결구조를 도출하고, 관찰된 연결구조가 어떤 방식으로 형성되는지에 대한 심층적인 연구를 시도하고자 한다. 이를 통하여 주식간 연결구조가 Power Law분포를 따른다는 연구결과를 더욱 발전시켜, 주식간 연결개수가 어떤 요인에 의하여 결정되는지에 대한 검증결과를 제시함으로써 보다 견고한 주식간 동적 연결구조의 형성원칙을 확인할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 구성은 서론에 이어 다음 장에서는 관련연구들의 검증결과를 요약·정리함으로써 본 연구가 검증하고자 하는 목적 및 범위를 규정하고, III장에서는 설정된 연구목적에 검증하기 위한 자료, 기간 및 단계별 검증과정에 대한 구체적인 설명을 한다. IV장에서는 설정된 실증설계에 따라 관찰된 검증결과를 단계적으로 제시하고, 마지막 장에서는 연구결과를 요약·정리하고, 시사점을 언급한다.

## II. 이론적 고찰

최근 금융시장은 국내외적으로 발생하는 사건들로 인하여, 예상할 수 있는 혹은 예상할 수 없는 다양한 파급효과를 경험하고 있고, 이러한 사건들을 통하여 발생하는 정보가 국내외시장으로 파급효과를 야기할 수 있는 것은 무엇 때문일까. 그리고, 과거에 비하여 이러한 파급효과는 더욱 빨리 혹은 동시적으로 발생하는 경향은 왜인가. 이는 정보통신의 발달로 인하여 정보 획득 및 공유가 용이해졌고, 국내외 금융시장간의 정보이전이 가능한 상호·연결된 네트워크가 형성되어 있기 때문일 것이다. 즉, 이러한 금융네트워크를 통하여 발생하는 정보에 대한 직접적·간접적 영향경로가 형성되고, 이러한 연결관계에 의하여 상호영향을 받게되는 것이다. 하지만, 이와 같은 주식간 혹은 시장간의 연결구조는 물리적으로 연결된 것이 아니라 눈으로 확인이 되지 않는 연결 네트워크로, 이 분야를 연구하기 위해서는 주식간 연결구조의 대안적 도출 및 일련의 관련 연구가 이루어져야 가능하다.

시장의 다양한 주식들간에 혹은 금융시장간에 변화하는 관계정도를 전체적 관점에서 관찰하고자 시도된 연구들이 기존의 재무분야에서 진행되었다. 즉, Farrel(1974), Panton 외 2인(1976), Arnott(1980), Ayadi 외 2인(1998) 등의 연구에서는 다변량 통계분석방법

인 군집분석(Cluster Analysis)을 통하여 주식간 혹은 시장간의 분류과정을 검증하였다. 이러한 기법은 각 객체가 하나의 집단에서 시작하여 유사성이 가장 높은 객체를 결합시키면서 각각의 동질적 집단들을 형성하는 것이다. 그러나, 이와 같은 통계적 방법에 의하여 도출되는 수형도(dendrogram)를 기준으로 시계열적으로 변화하는 주식 및 시장자료를 전체적인 관점에서 계속 관찰하는 것은 매우 어려운 작업이고, 연구자가 채택하는 자료 및 기간에 따라 상이한 해석이 가능하며, 또한 분석대상 자료의 양적 증가는 계산상의 많은 문제점을 발생시켰다. 그런데, 금융시장의 자산간 혹은 시장간의 동적 연결구조를 전체적이고 시각적으로 관찰하고자 하는 연구가 경제물리학에 관심이 많은 물리학자들에 의하여, 기하학적 및 분류학적 접근법에 의한 금융시장 적용노력의 일환으로 제안되었다.

자산간 연결관계를 관찰하고자 기하학적 분류방법으로 그래프이론(graph theory)의 한 방법인 MST(Minimal Spanning Tree) 방법에 의하여 시각적으로 연결구조를 도출한 대표적인 연구로는 Mantegna(1999a, 1999b)가 있다. 그는 주식들간에 존재하는 공통요인의 존재가능성[Ross(1976)]을 인정하며, 유사성을 나타내는 측정치를 이용하여, 미국주식시장을 대상으로 주식들간의 연결구조를 관찰하였고, 검증결과에 의하면, MST 방법에 의하여 관찰된 주식간의 연결구조는 경제적으로 의미 있는 동질적 집단을 형성한다는 것을 주장하였다. 이러한 연구이후, Bonanno 외 2인(2000), Maslocv(2001), 김승환 외 1인(2001), 엄철준(2004) 등에 의하여 각국의 주식시장자료, 국제주식시장지수, 기타 금융자료 등을 대상으로 역시 유사한 결론을 도출하였다.

그리고, Mantegna에 의하여 제안된, 눈에 보이지 않는 주식간의 동적 연결구조에 대한 형성원칙에 대한 연구들도 이루어졌다. 즉, 제안된 방법에 의하여 관찰되는 주식간 동적 연결구조는 연구자가 전체적인 관점에서 시각적으로 관찰할 수 있다는 이점은 있지만, 검증에 이용되는 자료 및 기간 등에 따라 상이한 연결구조를 도출함에 따라 일관된 해석방향에 문제점이 제기되었다. 따라서, MST방법에 의하여 도출된 주식간 동적 연결구조의 형성원칙에 관련된 연구가 Vandewalle(2000), Kim 외 3인(2002), 김승환 외 2인(2003) 등에 의하여 이루어졌다. 이들의 연구결과에 의하면, MST방법에 의하여 도출된 주식간 연결구조는 Power Law분포를 따른다는 것이다. 즉, 주식간 연결구조에서 관찰된 주식간 갖는 연결개수는 대부분의 주식들(70%~80%이상)이 다른 주식들과 1개 혹은 2개의 연결개수를 갖고, 일부 주식들(20%~30%이하)이 다른 주식들과 매우 많은 연결개수를 갖는다는 것이다. 이는 주식간에 갖는 연결개수가 일반 통계분포에서와 같이 분포의 중심이 되는 평균이 존재하는 것이 아니라 양극단의 연결개수를 갖는

주식들로 구성된다는 것을 의미한다. 이러한 연구결과에 따라 주식간 동적 연결구조를 관찰하는데 Power Law분포는 중요한 형성원칙으로써, 또한 전체적 관점에서 주식간 연결구조를 이해하는데 많은 기여를 한 것으로 인정된다.

그러나, 주식간 동적 연결구조가 Power Law분포를 따른다는 연구결과에 의하여, 왜 특정 주식은 다른 주식과 1개 혹은 2개만의 연결개수를 갖고, 왜 특정 주식은 다른 주식들과 많은 연결개수를 갖는지에 대한 원인분석은 이루어지지 못하였다. 즉, 주식간에 갖게 되는 연결개수가 무엇에 영향을 받는지에 관한 연구가 제시되지 못하고 있다. 따라서, 본 연구는 한국주식시장에서 관찰된 주식간 동적 연결구조가 Power Law분포를 따른다는 검증결과에 진일보하여 주식간에 갖는 연결개수에 영향을 미치는 요인에 대한 심층적인 분석을 실시함으로써, 더욱 의미 있는 주식간 동적 연결구조의 형성원칙에 관한 검증결과를 제시하고자 한다.

### Ⅲ. 실증설계

본 연구는 주식간의 유사성을 근거로 기하학적 및 분류학적 방법인 MST방법에 의하여 도출된 주식간 동적 연결구조가 Power Law분포를 따른다는 기존연구들의 관찰을 보다 심층적인 검증과정을 통하여, 특정 주식이 다른 주식과 갖는 연결개수가 무엇에 의하여 영향을 받는지를 검증함으로써, 보다 일반화된 주식간의 동적 연결구조의 형성원칙을 알아보고자 하는 것이다.

설정된 검증목적을 위하여, 1990년 1월부터 2000년 12월까지 11년(132개월)동안 한국주식시장에서 연속적으로 거래된 일별 가격자료를 갖는 289개의 주식과 동일한 기간의 시장지수자료를 분석에 이용하였다. 그리고, 관찰된 검증결과가 보다 일반적인 증거임을 입증하기 위하여 4가지의 추정기간에 대하여 시계열적으로 반복하여 검증하였다. 즉, Mantegna에 의하여 제안된 MST방법에 의하여 주식간 연결구조를 추정하는 기간으로 12개월, 24개월, 36개월, 48개월을 각각 이용하였고, 각각의 추정기간은 일정한 1개월의 이동기간에 따라 총검증기간 동안에 각각 121회, 109회, 97회, 85회의 반복적 검증을 실시하였다.

분석에 이용된 자료와 기간에 따라 실시한 단계별 검증과정을 정리하면, 첫번째 과정은 한국주식시장에서 거래되는 주식들의 일별 수익률자료를 이용하여, MST방법에 의하여 주식간 동적 연결구조를 도출하는 것이고, 두번째 과정은 주식간 동적 연결구조를 형성하는데 영향을 미칠 수 있는 개별주식의 속성측정치와 시장지수와의 공통속

성 측정치를 산출하여 분석에 적용하는 것이며, 세번째 과정은 앞의 2가지 과정에서 관찰된 검증결과에 대한 다른 관점에서의 추가적 연구를 실시함으로써, 관찰된 검증결과의 신뢰성을 확인하는 것이다. 각 검증과정별로 구체적인 내용을 정리하면,

과정 1 : 추정기간동안의 주식간 연결구조의 도출

본 단계는 Mantegna의 연구에서 제안한 MST방법에 의하여 주식간 동적 연결구조를 도출하는 것이다. MST방법은 다변량통계분석인 군집분석의 최단연결법(Single Linkage Method)과 유사한 방법으로, 주식간의 유사성이 높은 연결관계를 우선적으로 채택하는 방법이다. 따라서, 대표적인 주식간 상호관련성의 측정치는 주식간의 상관관계( $\rho_{i,j}^k$ )가 있고, 측정된 상관관계를 근거로 유사성 측정치( $d^k$ )를 산출한다. 즉,

$$\text{상관관계 측정치} = \rho_{i,j}^k = \frac{\text{Cov}(R_i^k, R_j^k)}{\sigma_i^k \cdot \sigma_j^k} \quad (1)$$

$$\text{유사성 측정치} = d^k = \sqrt{2 \cdot (1 - \rho_{i,j}^k)} \quad (2)$$

여기서,  $k$  = 주식간 연결구조를 추정하는 기간 ( $k = 12M, 24M, 36M, 48M$ )

$i, j$  = 분석에 이용된 주식

$$R = \text{Ln} \left( \frac{P_{t+1}}{P_t} \right)$$

주식간 연결구조를 형성하기 위한 유사성 측정치( $d^k$ )의 선택기준은 가장 작은 값을 갖는 순서로 추출하는 것이다. 왜냐하면, 주식간 상관관계는 높은 값을 가질수록 관련성이 높은 것으로 판단하지만, 상기의 식에서 알 수 있듯이 유사성 측정치는 작은 값을 가질수록 주식간 유사성이 높은 것으로 평가되기 때문이다. 검증과정에 직접적으로 이용되는 측정치는 주식간 상관관계 매트릭스의 비대각행렬( $i \neq j$ )에 속하는  $N(N-1)/2$ 개의 상관관계계수를 이용하여, 동일한 수의 유사성 측정치를 산출한 후, 선택기준에 따라  $(N-1)$ 개의 주식간 연결관계이다. MST에 의하여 도출되는 주식간 연결관계는  $N(N-1)/2$ 개의 정보량을  $(N-1)$ 개의 정보량으로 축소하는 정보이용량의 효율성을 높일 수 있고, 또한  $N(N-1)/2$ 개의 정보를 통하여 관찰되는 주식간 긴밀도의 정도에 비하여, MST에 의하여 선택 및 연결된  $(N-1)$ 개의 주식간 긴밀도가 평균적으로 20% 이상 높은 것으로 검증되었다[엄철준(2004)]. 그리고, 유사성 측정치는, 유클리디안 거리(Euclidean metric)의 3가지 정의를 만족시키는 것으로 알려져 있다 [ $d(i, j) \geq 0$ ;  $d(i, j) = 0$  (if  $i = j$ ),  $d(i, j) = d(j, i)$ ,  $d(i, k) + d(j, k) \geq d(i, j)$ ].

과정 2 : 주식간 연결구조에 영향을 미칠 수 있는 속성측정치 산출 및 분석

본 단계는 앞의 검증과정을 통하여 도출된 주식간 연결구조에서, 특정 주식이 다른 주식과 갖는 연결개수에 영향을 미칠 수 있는 것으로 예상되는 속성측정치를 산출하는 것이다. 본 연구에서 채택한 속성측정치는 개별주식의 고유속성을 갖는 측정치와 시장지수와의 공통속성을 갖는 측정치로 단순화시켰다. 첫째, 개별주식의 고유속성을 갖는 측정치로, 주식간 연결구조를 추정하는 기간동안 각 주식들이 실현한 보유기간수익률과 시장초과수익률의 투자성과측정치이다. 둘째, 시장지수와의 공통속성을 갖는 측정치는 관련성과 민감도를 나타내는 개별주식과 시장지수간의 상관계수와 베타계수의 2가지이다. 즉,

▶ 개별주식의 투자기간성과 측정치 :

$$\text{보유기간수익률} = \sum_{t=1}^{T^k} \ln \left( \frac{P_{j,t+1}^k}{P_{j,t}^k} \right) = \sum_{t=1}^{T^k} R_{jt}^k \quad (3)$$

$$\text{초과수익률} = \sum_{t=1}^{T^k} [R_{jt}^k - R_{Mt}^k] \quad (4)$$

▶ 시장지수와의 관련성과 민감도 측정치 :

$$\text{상관관계계수} = \rho_{j,M}^k = \frac{\text{Cov}(R_j^k, R_M^k)}{\sigma_j^k \cdot \sigma_M^k} \quad (5)$$

$$\text{베타계수} = \beta_j^k = \frac{\text{Cov}(R_j^k, R_M^k)}{[\sigma_M^k]^2} \quad (6)$$

모든 분석대상주식들에 대하여, 각 추정기간( $k = 12M, 24M, 36M, 48M$ )에 있어서 총 검증기간동안 상기의 4가지 식을 시계열적으로 반복추정을 한다. 그리고, Power Law 연구결과에 근거하여, 앞의 검증단계에서 도출된 주식간 동적 연결구조로부터 특정 주식이 갖는 다른 주식들과의 연결개수에 따라 2가지의 집단으로 구분한 후, 집단간 각 측정치의 차이분석을 실시한다. 즉,

집단 I : 특정주식이 다른 주식과 갖는 연결개수가 2개 이하인 주식들로 구성

집단 II : 특정주식이 다른 주식과 갖는 연결개수가 5개 이상인 주식들로 구성

주식간 연결개수에 따라 구분된 2가지 집단에 있어서 산출된 4가지 측정치간의 통계적 차이를 분석하여, 만약, 각 측정치별로 집단간 통계적으로 유의적인 차이가 관찰된다면, 이는 선택된 속성측정치와 주식간 연결개수 결정에 영향을 미칠 수 있는 의미 있는 변수임을 확인할 수 있는 증거가 될 수 있을 것이다.

### 과정 3 : 산출된 속성측정치와 연결개수간의 추가적 검증방법에 의한 비교분석

본 단계에서는 앞 단계에서 관찰된 검증결과에 보다 높은 신뢰성을 부여하기 위하여 추가적 검증을 실시한다. 즉, 다른 관점에서의 검증방법에 따라 속성측정치와 연결개수간의 직접적 비교·분석을 실시함으로써 관찰되는 검증결과와의 일관성을 확인하는 것이다. 채택한 방법은 3가지이다. 첫째, 4가지 속성측정치와 연결개수간의 시계열적 상관관계분석, 둘째 주식들이 갖는 연결개수의 불균형적 빈도를 통제하기 위하여 평균적인 속성측정치와 연결개수간의 회귀분석, 셋째 시장모형에 의한 개별주식수익률 변동성의 구성요소인 시장요인에 기인하는 비율과 개별기업요인에 기인하는 비율 각각과 연결개수간의 시계열적 비교분석이다. 각각의 검증방법을 간략히 정리하면 다음과 같다.

먼저, 총 검증기간동안에 각 추정기간별로 도출된 주식간 연결구조에서 특정 주식에 갖는 다른 주식과의 연결개수와 속성측정치간의 상관관계를 분석하는 것이다. 이를 통하여 주식간 연결개수가 시계열적으로 4가지 속성측정치와 어떤 관련성을 갖는지에 대한 관찰이 가능할 것이다.

#### ▶ 주식간 연결개수와 4가지 속성측정치간의 상관관계분석

$$\text{상관관계분석} = \text{Corr}[RN_j^k, F_j^k] \quad (7)$$

여기서,  $RN_j^k$  = 추정기간( $k$ )에서 도출된 주식간 연결구조로부터 관찰된  
특정주식  $j$ 가 다른 주식과 갖는 연결개수

$F_j^k$  = 추정기간( $k$ )에 특정주식  $j$ 의 4가지 속성측정치

$k$  = 주식간 연결구조를 추정하는 기간( $k = 12M, 24M, 36M, 48M$ )

다음으로, 총 검증기간동안에 각 추정기간별로 확인된 주식간 연결개수를 독립변수로, 각 연결개수에 대한 평균 속성측정치를 종속변수로 하여 회귀분석을 한다. 즉, Power Law분포에 따라 불균형적인 주식간 연결개수의 빈도차이를 통제된 상태에서 연결개수와 속성측정치간의 관련성을 검증하기 위하여, 각 주식간 연결개수에 대한 평균 속성측정치의 기울기(베타계수)를 추정 및 관찰한다.



▶ 주식간 연결개수에 대한 4가지 평균 속성측정치의 회귀분석

$$AF_i^k = \alpha^k + \beta^k N_i^k + \epsilon^k \quad (8)$$

여기서,  $N_i^k$  = 각 추정기간( $k$ )의 주식간 연결구조에서 다른 주식과  $i$ 개의 연결개수

$AF_i^k$  = 각 추정기간( $k$ )의 주식간 연결구조에서 다른 주식과  $i$ 개의 연결개수를 갖는 주식들의 4가지 평균 속성측정치

마지막으로, 총 검증기간동안 각 추정기간별로 분석대상주식들을 시장모형에 의하여 개별주식수익률 변동성의 구성요소로 구분한 후 주식간 연결개수와 비교·분석한다. 즉, 시장모형에 의하여 개별주식수익률 변동성을 시장요인에 기인하는 비율과 개별기업요인에 기인하는 비율로 구분한 후, 각 비율이 주식간 연결개수에 대하여 어떤 형태를 갖는지를 분석함으로써, 상이한 연결개수를 갖는 주식들이 갖는 속성차이를 검증하기 위해서이다.

▶ 주식간 연결개수와 시장모형에 의한 개별주식수익률 변동성의 구성비율 비교

$$R_{j,t}^k = \alpha_j^k + \beta_j^k R_{M,t}^k + \epsilon_{j,t}^k \quad (j=1, 2, \dots, N) \quad (9)$$

$$1 = \frac{(\beta_j^k)^2 Var[R_M^k]}{Var[R_j^k]} + \frac{Var[\epsilon_j^k]}{Var[R_j^k]} \quad (10)$$

( = 시장요인에 기인하는 부분 + 개별기업요인에 기인하는 부분 )

이상의 주식간 동적 연결구조의 형성원칙에 관련된 대안적이고 추가적인 3가지 검증 과정을 통하여 일관된 검증결과를 관찰할 수 있다는 것은 제안되는 연구결과가 보다 일반적인 결과임을 주장할 수 있는 근거가 될 것으로 생각된다.

## IV. 실증결과

본 장에서는 주식간 동적 연결구조의 형성원칙을 심층적으로 검증하고자 하는 연구 목적에 따라, 앞의 III장에서 설정된 단계별 검증과정을 통하여 관찰된 결과를 제시한다. 검증결과는 2가지로 구분하였다. 즉, 첫째, 주식간 갖는 연결개수에 따라 구분된 집단간의 4가지 속성측정치별 통계적 차이분석을 실시한 결과를 제시하고, 둘째, 첫번째 검증과정에서 관찰된 결과에 대한 다른 측면에서의 추가적인 3가지 검증방법 각각의

결과를 순서적으로 제시하였다.

## 1. 주식간 연결개수에 따라 구분된 집단간 속성측정치별 통계적 차이분석 결과

본 절에서는 Mantegna의 연구이후 관련연구에서 기하학적 분류방법인 MST에 따라 도출한 주식간 연결구조에서, 특정주식이 다른 주식과 갖는 연결개수에 영향을 미칠 것으로 예상되는 개별주식 속성측정치와 시장지수와의 공통속성 측정치에 대한 집단간 통계적 차이분석 결과를 살펴보는 것이다. 검증결과는 <표 1>에 제시하였고, 결과는 설정된 4가지 추정기간별(12M, 24M, 36M, 48M)로 일정이동기간(1M)에 대한 총 검증기간동안에 시계열적으로 반복하여 분석한 것이다. 표의 집단 I 은 다른 주식과 2개 이하의 연결개수를 갖는 주식들의 집단이고, 집단 II는 다른 주식과 5개이상의 연결개수를 갖는 주식들의 집단이며, 차이는 각 속성측정치별로 집단 II에서 집단 I 을 차감 한 것이다. 그리고, MST방법에 의하여 도출된 주식간 동적 연결구조는 논문의 지면관계상 모두 제시할 수 없고, 전체검증기간에 대한 결과를 [부록 1 : 그림]에 제시하였다.

표에 제시된 검증결과를 살펴보면, 주식간 연결구조의 추정기간에 관계없이, 개별주식 속성측정치에 대해서는 집단 I 이 집단 II보다 높은 값을 갖는 반면에, 시장지수 공통속성 측정치에 대해서는 집단 II가 집단 I 보다 높은 값을 갖는다. 따라서, 개별주식 속성측정치별 집단간 차이(집단 II-집단 I)는 유의적인 음(-)의 값을, 시장지수와의 공통속성 측정치별 집단간 차이는 유의적인 양(+)의 값을 갖는다. 또한, 집단간의 각 측정치별 차이는 개별주식의 속성측정치에 대한 집단간 차이에 비하여, 시장지수 공통속성 측정치에 대한 집단간 차이가 통계적으로 더욱 유의적이고 높은 차이를 나타내었다.

관찰된 검증결과를 통하여, 주식간 연결구조에서 특정주식이 다른 주식과 갖는 연결개수가 2개이하인 주식들(집단 I)과 연결개수가 5개 이상인 주식들(집단 II)은 개별주식의 속성측정치 및 시장지수와의 공통속성 측정치 각각에서 유의적인 값을 갖고, 또한 양 집단의 속성측정치간에는 통계적으로 의미 있는 차이를 나타내고 있다. 따라서, 주식간 연결구조에서 다른 주식과 연결개수가 작은 주식들은 평균적으로 개별주식의 고유속성이 높은 주식들이고, 다른 주식과 연결개수가 많은 주식들은 시장지수와의 공통속성이 높은 주식들임을 알 수 있다.

<표 1> 주식간 연결개수에 따라 구분된 집단간 속성측정치별 통계적 차이분석 결과

속성측정치 추정기간		개별주식 속성측정치		시장지수와의 공통속성 측정치	
		보유기간수익률	시장초과수익률	상관계수	베타계수
12M/1M	집단 I	0.1898 (3.23)a	0.1116 (6.13)a	0.3948 (53.71)a	0.7507 (87.28)a
	집단 II	0.0488 (0.96)	-0.0061 (-0.28)	0.5462 (48.12)a	1.0356 (76.58)a
	차 이	-0.1409 (-1.82)c	-0.1177 (-4.21)a	0.1514 (11.20)a	0.2849 (17.78)a
24M/1M	집단 I	0.2392 (5.39)a	0.2376 (20.63)a	0.3955 (72.87)a	0.7659 (105.87)a
	집단 II	0.0392 (1.01)	0.0737 (4.87)a	0.5286 (59.81)a	1.0245 (92.71)a
	차 이	-0.2000 (-3.40)a	-0.1640 (-8.63)a	0.1331 (12.84)a	0.2586 (19.58)a
36M/1M	집단 I	0.2371 (4.30)a	0.3298 (17.97)a	0.3971 (81.72)a	0.7726 (115.46)a
	집단 II	0.0400 (0.74)	0.1484 (7.02)a	0.5227 (63.71)a	1.0185 (96.82)a
	차 이	-0.1971 (-2.55)a	-0.1814 (-6.48)a	0.1256 (13.17)a	0.2459 (19.72)a
48M/1M	집단 I	0.3084 (4.61)a	0.4492 (32.07)a	0.3962 (97.31)a	0.7763 (119.22)a
	집단 II	0.0339 (0.58)	0.2229 (12.90)a	0.5163 (77.71)a	1.0124 (110.56)a
	차 이	-0.2745 (-3.08)a	-0.2263 (-10.17)a	0.1201 (15.41)a	0.2361 (21.01)a

주) 1. 표에 표시된 값은 평균값(t-통계량)을 나타낸다. 즉, 각 속성측정치별로 '집단 I'에 대한 평균값 및 t-통계량, '집단 II'에 대한 평균값 및 t-통계량, '차이'에 대한 차이 평균값과 차이 t-통계량임.

2. t-통계량은 유의수준 "1%", "5%", "10%" 각각에 대한 유의성을 표시한 것임. 즉, "a"는 1%에서 유의적이고, "b"는 5%, "c"는 10%에서 각각 유의적인 경우를 나타냄.

## 2. 연결개수와 속성측정치간의 추가적 검증방법에 의한 비교분석결과

본 절에서는 앞의 1절에서 관찰된 검증결과를 추가적인 검증과정을 통하여 확인된 결과를 제시하였다. 즉, 주식간 동적 연결구조에서 대부분의 주식들(70%~80%)이 다른 주식들과 2개이하의 연결개수를 갖는 것은 해당 주식의 개별주식의 속성측정치에 높은 값을 갖기 때문이고, 일부 주식들(20%~30%)이 다른 주식과 많은 연결개수를 갖는 것은 해당 주식의 시장지수와의 공통속성 측정치에 높은 값을 갖기 때문이라는 <표 1>의 검증결과에 대하여, 앞의 III장에서 설정된 3가지 대안적인 측면에서의 추가적 검증 결과를 순서적으로 제시한다.

## 1) 주식간 연결개수와 속성측정치간의 상관관계분석 결과

각 추정기간별로 도출된 주식간 동적 연결구조로부터, 특정주식이 갖는 다른 주식들과의 연결개수를 기준변수로 설정하고, 해당 주식에 대한 개별주식의 속성측정치와 시장지수와의 공통속성 측정치를 비교변수로 하여, 양 변수간의 통계적 관련성을 식 (7)에 의하여 시계열적으로 반복·분석한 결과를 제시한다. 만약, 앞의 <표 1>에서 관찰된 검증결과와 동일한 결과를 기대한다면, 주식간 연결개수는 개별주식의 속성측정치와 음(-)의 관련성을, 시장지수와의 공통속성 측정치와는 양(+)의 관련성을 가질 것이다.

검증결과는 [그림 1]에 제시하였다. 논문의 지면관계상, 주식간 동적 연결구조를 도출하는 4가지 추정기간 중에서 36개월 추정기간에 1개월의 이동을 통하여 97회 반복 검증한 결과만을 제시한다. 물론, 다른 추정기간에 대하여 관찰된 결과도 아래에서 언급하는 결과와 차이가 없었다. [그림 1]의 (a)와 (b)는 시장지수와의 공통속성 측정치인 상관계수와 베타계수에 대한 주식간 연결개수와 시계열적 상관관계분석 추이를, (c)와 (d)는 개별주식 속성측정치인 보유기간수익률과 시장초과수익률에 대한 시계열적 상관관계분석 추이를 나타낸 것이다. 구체적인 검증결과를 살펴보자.

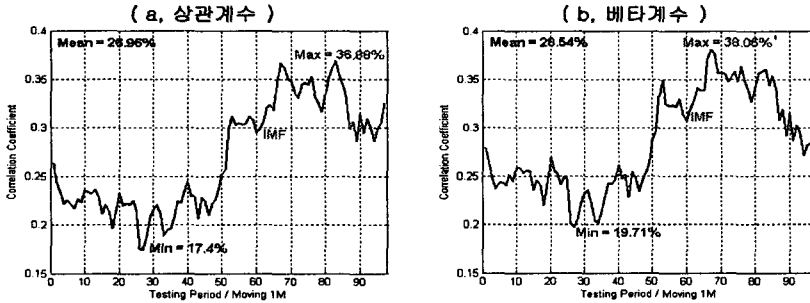
첫째, 총 검증기간동안에 시장지수와의 공통속성 측정치인 상관계수(a)와 베타계수(b) 각각과 주식간 연결개수간의 상관관계 분석결과는 평균적으로 각각 26.96%와 28.54%의 양(+)의 값을 갖지만, 개별주식 속성측정치인 보유기간수익률(c)과 시장초과수익률(d)에 대해서는 평균적으로 각각 -6.93%와 -8.6%의 음(-)의 값을 나타낸다. 둘째, 총 검증기간동안에 반복적으로 측정된 상관관계 분석결과의 추이를 보아도 역시 동일한 결과를 알 수 있다. 즉, 시장지수와의 공통속성 측정치인 상관계수(a)에 대하여 최소 17.4%에서 최대 36.88%의 범위에, 베타계수(b)에 대해서는 최소 19.71%에서 최대 38.06%의 범위에 있고, 모두 양(+)의 값을 갖는다. 하지만, 개별주식 속성측정치인 보유기간수익률(c)은 최소 -18.14%에서 최대 10%의 범위에 있고, 시장초과수익률(d)에 대해서는 최소 -21.39%에서 최대 11.22%의 범위에 있으며, 양(+)의 값을 갖는 경우는 총검증기간 중, 초반 부분에서 나타나고, 이후 모두 음(-)의 관련성을 갖는 것으로 확인된다.

관찰된 검증결과를 통하여, 앞의 <표 1>에서 관찰된 집단간 통계적 차이분석결과가, 시계열적으로 주식간 연결개수와 4가지 속성측정치간에 시계열적 상관관계분석을 실시하더라도 동일한 검증결과를 관찰할 수 있었다. 즉, 주식간 동적 연결구조에서 주식들이 갖는 연결개수는 개별주식의 속성측정치에 대해서는 음(-)의 관계를, 시장지수와의

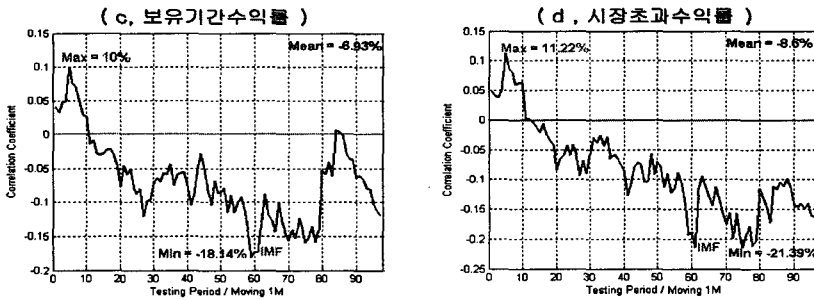
공통속성 측정치에 대해서는 양(+)의 관계를 갖는다는 것이다.

[그림 1] 주식간 연결개수와 속성측정치간의 상관관계 분석결과(추정기간 : 36M/1M)

▶ 개별주식과 시장지수간의 공통속성 측정치에 대한 분석결과



▶ 개별주식의 고유속성측정치에 대한 분석결과



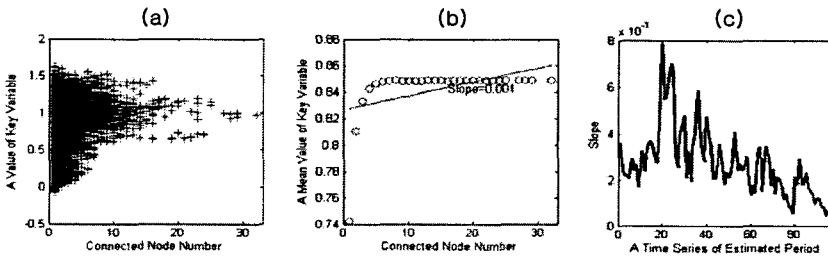
2) 주식간 연결개수에 대한 평균 속성측정치의 회귀분석 결과

다음으로, 주식간 연결개수의 불균형적 빈도차이를 통제한 상태에서, 속성측정치와 연결개수간의 분석을 하였다. 즉, 총 검증기간동안에 각 추정기간별로 관찰된 각각의 연결개수에 대하여 분석대상주식들의 4가지 속성측정치를 평균한 후, 양 변수간의 회귀분석을 앞의 식 (8)에 의하여 검증하였고, 결과는 [그림 2a]와 [그림 2b]로 구분하여 제시하였다. 이와 같은 검증과정이 필요한 이유는 Power Law의 관점에서 주식간 동적 연결구조의 형성원칙을 검증한 기존연구는 대부분의 주식들(70%~80%)이 다른 주식과 2개이하의 연결개수를 갖고, 일부 주식들(20%~30%)이 다른 주식들과 많은 연결개수를 갖는다는 지적 때문이다. 그리고, 이는 본 연구에서 제시한 [부록 : 그림 1]에서도 확인이 가능하다. 따라서, 다른 주식과 갖는 연결개수간의 불균형적 빈도차이로 인하여 발생할 수 있는 검증결과의 문제점을 통제하기 위하여, 상대적 관점에서 각 추정기간

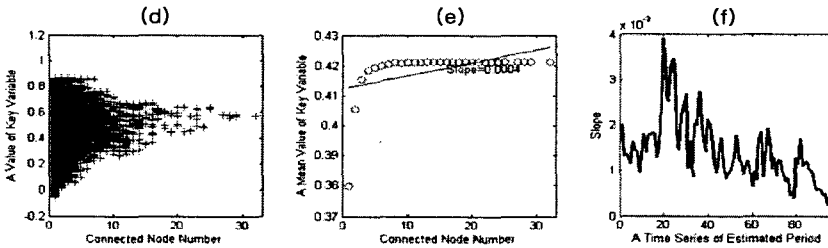
에서 도출되는 연결개수별로 평균적인 속성측정치를 산출한 후, 양 변수간의 관계를 식 (8)에 의하여 검증한 것이다. [그림 2a]는 연결개수별로 시장지수와의 공통속성 측정치인 상관계수와 베타계수 각각의 평균값과의 관계를 분석한 것이고, [그림 2b]는 개별주식 속성측정치인 보유기간수익률과 시장초과수익률에 대하여 분석한 결과이다. 역시 검증결과는 앞의 [그림 1]에서와 같이 추정기간 36개월에 1개월의 이동기간으로 97회 반복 검증한 결과를 제시하였다.

[그림 2a] 주식간 연결개수에 대한 평균 속성측정치의 회귀분석결과(36M/1M) : 시장지수와의 공통속성 측정치(상관계수와 베타계수)

▶ 개별주식과 시장지수간의 상관계수



▶ 개별주식과 시장지수간의 베타계수



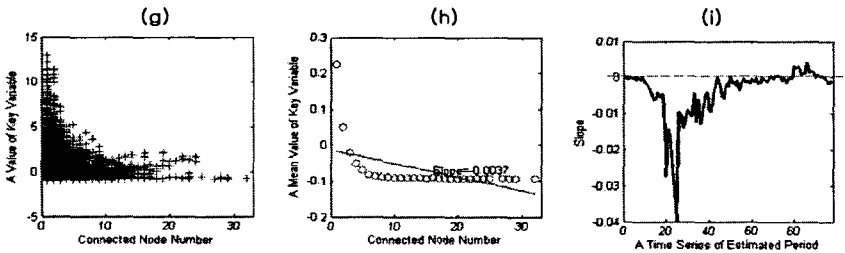
우선, 주식간 연결개수를 독립변수(X축)로, 연결개수별 평균적인 시장지수와의 공통속성 측정치를 종속변수(Y축)로 하여 회귀분석한 결과인 [그림 2a]를 살펴보자. 그림에서 (a), (b)와 (c)는 시장지수와의 공통속성 측정치 중, 상관계수에 대한 검증결과를, (d), (e)와 (f)는 베타계수에 대한 검증결과를 나타낸다. 그리고, (a)와 (d)는 총 검증기간동안에 추정기간에 대하여 반복적으로 측정된 속성측정치를 주식간 연결개수에 대하여 도시한 것이고, (b)와 (e)는 앞의 (a)와 (d)의 연결개수별 각 속성측정치를 평균한 후, 식 (8)에 의하여 연결개수와 평균 속성측정치간에 추정된 기울기를 나타내었다. 마지막으로 (c)와 (f)는 총 검증기간에 있어서 추정기간에 대한 매 기간마다 주식간 연결개수와 평

균 측정치간의 회귀분석을 통하여 추정된 기울기를 시계열적으로 표시한 것이다.

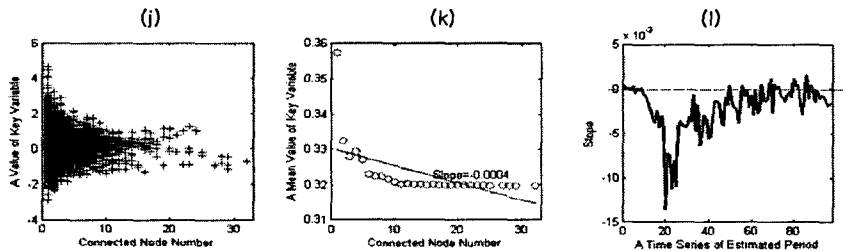
[그림 2a]의 검증결과를 살펴보면, 총 검증기간동안의 모든 관찰치를 이용하여, 주식간 연결개수에 대한 시장지수와의 공통속성 측정치인 상관계수와 베타계수의 평균값간에 추정된 기울기는 모두 양(+)의 값을 갖고, 또한 설정된 추정기간에 대하여 매기간마다 반복적으로 추정된 기울기의 시계열적 추이도 모두 양(+)의 값을 나타낸다. 따라서, <표 1>에서 관찰되었듯이, 주식간 연결개수의 불균형적 빈도를 통제한 후에도 주식간 동적 연결구조에서 특정 주식이 시장지수와의 공통속성을 많이 가질수록 다른 주식들과의 많은 연결관계를 갖는다는 것을 확인할 수 있다.

[그림 2b] 주식간 연결개수에 대한 평균 속성측정치의 회귀분석결과(36M/1M) : 개별  
주식 속성측정치(보유기간수익률과 시장초과수익률)

▶ 개별주식의 보유기간수익률



▶ 개별주식의 시장초과수익률



이제, 주식간 연결개수를 독립변수(X축)로, 연결개수별 평균적인 개별주식의 속성 측정치를 종속변수(Y축)로 하여 회귀분석한 결과인 [그림 2b]를 살펴보자. 그림에서 (h), (i)와 (j)는 개별주식 속성측정치 중, 보유기간수익률에 대한 검증결과를, (k), (l)와 (m)는 시장초과수익률에 대한 검증결과를 나타낸다. 그리고, 표기방식은 앞의 [그림 2a]와 동일하다.

검증결과를 살펴보면, 총 검증기간에 대한 전체적인 관점에서 주식간 연결개수에 대

한 개별주식의 속성측정치의 평균값간의 추정된 기울기는 음(-)의 값을 갖고, 매 기간마다 반복적으로 추정된 기울기의 추이도 역시 대부분이 음(-)의 값을 나타낸다. 따라서, 주식간 연결개수의 불균형적 빈도를 통제한 후에도, 주식간 동적 연결구조에서 특정주식이 고유속성을 많이 가질수록 다른 주식과의 적은 연결관계를 갖는다는 것을 알 수 있고, 이러한 관찰은 <표 1>에서 집단 I 이 개별주식의 속성측정치에서 통계적으로 유의적인 높은 값을 갖는 결과와 동일한 것이다.

### 3) 주식간 연결개수와 개별주식수익률 변동성의 구성비율 비교분석 결과

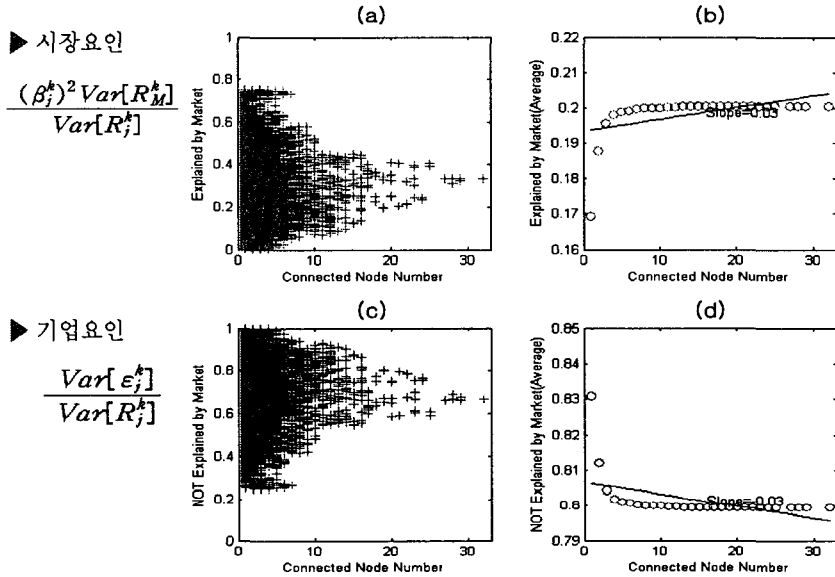
마지막으로, 총 검증기간동안에 추정기간별로 앞의 III장에서 제시한 (9)와 (10)에 따라, 시장모형을 이용하여 개별주식수익률 변동성의 구성요소인 시장지수에 기인하는 부분과 개별기업요인에 기인하는 부분을 각각 산출한 후, 주식간 연결개수와와의 관계를 분석하였고, 검증결과는 [그림 3]에 제시하였다. 이와 같은 분석을 통하여, 앞에서 검증된 다양한 결과와의 일관된 해석 가능성을 평가할 수 있을 뿐만 아니라 주식의 위험속성 측면에서 주식간 연결개수에 따른 속성차이가 있는지도 확인할 수 있을 것이다. 역시 검증결과는 추정기간 36개월에 대한 결과만을 제시하였다.

그림에서 (a)와 (b)는 총 검증기간동안에 주식간 연결구조의 추정기간인 36개월에 대하여 매 기간마다 시장모형에 의하여 분석대상주식들의 수익률변동성이 시장지수에 기인하는 비율을 연결개수에 대하여 도시한 것이고, (c)와 (d)는 개별기업요인에 기인하는 비율을 연결개수에 대하여 도시한 것이다. 그리고, (a)와 (c)는 총 검증기간동안에 산출된 모든 시장요인에 기인하는 비율과 모든 개별기업요인에 기인하는 비율을 연결개수에 대하여 표시한 것이고, (b)와 (d)는 앞의 (a)와 (c)의 검증결과에서 각 연결개수에 대한 비율의 평균값을 표시하고, 해당 자료를 이용하여 기울기를 추정한 것이다.

[그림 3]의 검증결과를 살펴보면, 총 검증기간동안에 산출된 주식수익률 변동성의 구성요소는 주식간 연결개수에 대하여 매우 대조적인 형태를 갖는다는 것을 알 수 있다. 즉, 주식수익률 변동성을 구성하는 부분 중, 시장지수에 기인하는 비율은 주식간 연결개수와 양(+)의 기울기를 갖는 반면에, 개별기업요인에 기인하는 비율은 음(-)의 기울기를 갖는다. 이와 같은 검증결과를 통하여, 다른 주식과의 적은 연결개수를 갖는 주식일수록 수익률변동성에서 개별기업요인에 기인하는 비율이 높고, 다른 주식과 많은 연결개수를 갖는 주식일수록 수익률변동성에서 시장요인에 기인하는 비율이 높다는 것이다. 결국, 관찰된 결과는 앞의 다른 검증결과와 일관된 결과이며, 또한 주식간 연결개수는 해당 주식의 위험속성 측면에서도 차이가 존재한다는 것을 알 수 있다.



[그림 3] 주식간 연결개수와 개별주식수익률 변동성의 구성비율 비교분석(36M/1M)



## V. 결론 및 시사점

본 연구는 Mantegna의 검증방법에 따라 한국주식시장에서 관찰 가능한 주식간 동적 연결구조를 도출하고, 관찰된 연결구조가 어떤 방식으로 형성되는지에 대한 보다 심층적인 연구를 시도하였다. 즉, 주식간 동적 연결구조가 Power Law분포를 따른다는 기존 연구결과에서, 왜 대부분의 주식은 다른 주식과 2개이하의 연결개수를 갖고, 왜 일부 주식이 다른 주식들과 많은 연결개수를 갖는지에 대한 원인을 규명하고자 하였다. 그리고, 다양한 각도에서의 검증방법을 채택하여 분석하였으며, 관찰된 검증결과는 모두 일관된 결론을 도출함에 따라 본 연구에서 제시한 검증결과가 매우 의미 있는 결과임을 확인할 수 있었다. 관찰된 검증결과를 요약·정리하면 다음과 같다.

첫째, 주식간 연결개수에 의하여 구분된 집단간의 속성측정치별 통계적 차이분석결과에 의하면, 다른 주식과 연결개수가 2개이하인 주식들(집단 I)은 개별주식의 속성측정치에서 유의적인 높은 값을 갖고, 다른 주식과 연결개수가 5개이상인 주식들(집단 II)은 시장지수와의 공통속성 측정치에서 유의적인 높은 값을 나타내었다. 그리고, 양 집단간의 차이는 통계적으로 매우 유의적인 차이를 나타내었다.

둘째, 확인된 주식간 연결개수의 속성측정치간 차이에 대한 다른 관점에서의 추가적

인 검증을 통하여 확인된 결과를 정리하면, 먼저, 주식간 연결개수와 속성측정치간의 시계열적 상관관계분석 결과에 의하면, 주식간 연결개수는 개별주식의 속성측정치에 대해서는 음(-)의 관계를, 시장지수와의 공통속성 측정치에 대해서는 양(+)의 관계를 갖는다는 것을 알 수 있었고, 다음으로, 주식간 연결개수의 불균형적 빈도를 통제한 평균 속성측정치에 대한 연결개수간의 회귀분석에 의하면, 주식간 연결개수와 평균적인 시장지수와의 공통속성 측정치간에는 양(+)의 기울기가, 평균적인 개별주식 속성측정치와는 음(-)의 기울기를 나타내었다. 그리고, 시장모형을 이용하여 개별수익률 변동성의 구성요소를 비교·분석한 결과에 의하면, 다른 주식과의 연결개수가 적은 주식일수록 수익률변동성에서 개별기업요인에 기인하는 비율이 높고, 다른 주식과 많은 연결개수를 갖는 주식일수록 시장요인에 기인하는 비율이 높다는 것을 확인하였다.

이상의 검증결과를 통하여, 주식간 동적 연결구조는 Power Law분포를 따르고, 분포에서 확인된 주식간 연결개수는 기본적으로 특정주식이 개별주식의 고유속성을 많이 포함하는가 아니면 시장지수와의 공통속성을 많이 포함하는가에 직접적인 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다. 즉, 시장지수와의 공통속성이 높은 주식일수록 다른 주식과 많은 연결개수를 갖고, 개별주식의 고유속성이 높은 주식일수록 다른 주식과 적은 연결개수를 갖는다. 따라서, 본 연구는 기존의 주식간 동적 연결구조가 Power Law분포를 따른다는 형성원칙에 대한 연구결과를 더욱 심층적으로 분석함으로써 보다 실제적 형성원칙에 대한 전체적 관점의 해석방향을 제시하였다는 점에서 기여도가 인정될 수 있다고 생각된다.

그리고, 본 연구의 검증결과에서 확인된 주식간 동적 연결구조의 도출방법 및 형성원칙에 기초하여, 향후 재무분야로의 적용 및 응용 노력이 이루어질 것으로 생각된다. 즉, 현 단계에서의 연구결과는 기본적으로 검증과정상의 도출방법 및 해석에 중점을 두고 있으므로, 관찰된 주식간 동적 연결구조를 이용한 재무분야로의 실제적 적용 및 응용 노력이 이루어질 것으로 생각된다. 예를 들어, 최적자산배분, 지수펀드 등과 같은 포트폴리오 구성 및 투자전략, 주식간 혹은 시장간 눈에 보이지 않는 연결구조에 의한 동적 정보흐름의 관찰을 통한 시장동조화현상, 상장 주식들의 생성 및 소멸, 신규 시장 주도형 주식들의 등장 등으로 인하여 시계열적으로 변화하는 증권시장의 동적 구조변화 등의 연구들이 있을 것이다. 또한, 구체적인 언급은 어렵지만, 연구자들의 다양한 각도에서의 연구노력을 통하여 보다 경제적인 관점에서 본 연구에서 제안하는 방법의 실제적이고 심층적인 재무분야로의 적용 및 응용결과가 기대된다.

## 참 고 문 헌

- 김승환, 엄철준, “아시아 외환시장의 계층적 구조관계에 관한 실증연구”, 재무관리연구, 제18권 제2호, 2001, 145-168.
- 김승환, 엄철준, 이운철, “주식간 연결관계와 Power Law분포에 관한 연구”, 금융공학 연구, 제2권 제1호, 2003, 65-74.
- 엄철준, “주식간 동적 연결구조에 의한 집단분류방법 연구”, 대한경영학회지, 제17권 제1호, 2004, 167-184.
- Arnott R. D., “Cluster Analysis and Stock Price Co-movement,” *Financial Analysts Journal November-December*, (1980), 56-62.
- Aydi,O.F., U.B. Dufrene, and A. Chatterjee, “Investment Implications of the Korean Financial Market Reform,” *International Review of Financial Analysis*, (1998), 83-94.
- Bonanno G., F. Lillo, and R. N. Mantegna, “High-frequency Cross-correlation in a Set of Stock,” *Quantitative Finance*, 2000.
- Bonanno G., G. Caldarelli, F. Lillo, and R. N. Mantegna, “Topology of Correlation based Minimal Spanning Trees in Real and Model Markets,” preprint available at cond-mat/0211546, 2002.
- Bonanno G., N. Vandewalle and R.N. Mantegna, “Taxonomy of Stock Market Indices,” preprint available at cond-mat/0001268, 2000.
- Chen,N., Roll, R and S.A. Ross, “Economic Forces and the Stock Market : Testing the APT and Alternative Asset Pricing Theories,” *Journal of Business*, (1986), 383-403.
- Everitt, B. S., Cluster Analysis, London : Heinemann Educational Books, 1974.
- Farrell, Jr, “Analyzing Covariation of Returns to Determine Homogeneous Stock Grouping,” *Journal of Business*, (1974), 186-207.
- Kim, H.J, I.M. Kim, Y.Lee and B. Kahng, “Scale-Free Network in Stock Markets,” *Journal of the Korean Physical Society*, (2002), 1105-1108.
- Mantegna R. N., “Hierarchical Structure in Financial Markets,” *The European Physical Journal B*, (1999a), 193-197.
- Mantegna R. N., “Information and Hierarchical Structure in Financial Markets,”

*Computer Physics Communications*, (1999b), 153-156.

Maslov S., "Measures of Globalization based on Cross-correlation of World Financial Indices," *Physica A*, (2001), 397-406.

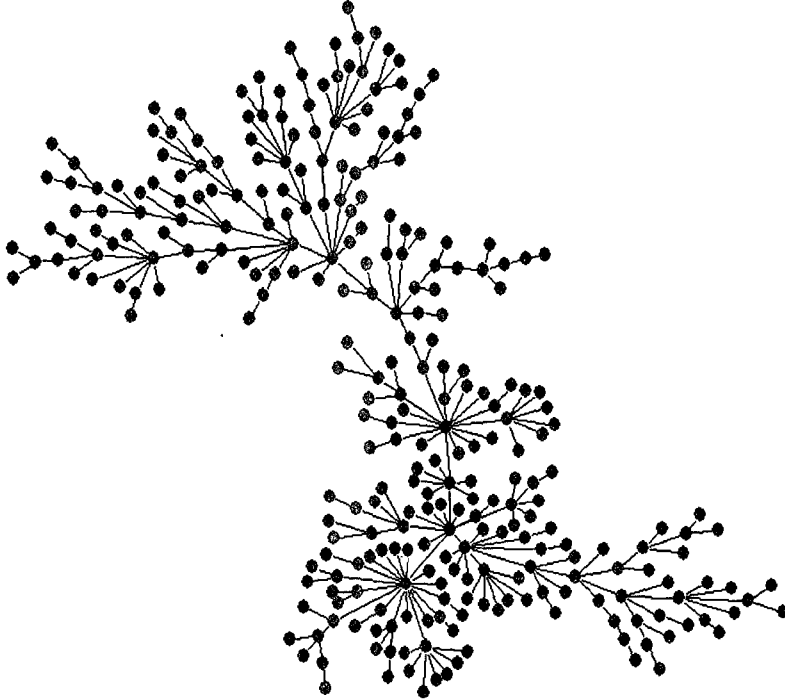
Panton D., V. Lessig, and O. Joy, "Co-movement of International Equity Market : a Taxonomic Approach," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, (1976), 415-432.

Plerou V., Gopikrishnan P., Nunes L.A., Meyer M, and Stanley H.E., "Scaling of the distribution of price fluctuations of individual companies," *Physical Review E*, (1999), 6519-6529.

Ross S.A., "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing," *Journal of Economic Theory*, 13, (1976), 341-360.

Vandewalle, N., F. Brisbois and X. Tordoir, "Self-organized Critical Topology of Stock Markets," preprint available at cond-mat/0009245, 2000.

[부록 1 : 그림] MST방법에 의하여 도출된 주식간 연결구조 도시(1990.1~2000.12)



본 그림은 한국주식시장에서 1990년 1월부터 2000년 12월까지 연속적인 일별 가격자료를 갖는 289개의 주식을 대상으로, Mantegna에 의하여 제안된 MST(Minimal Spanning Tree)방법에 따라 도출된 주식간 연결구조의 예이다. MST방법에 의하여 도출된 주식간 연결구조는 동질적 속성을 갖는 주식들로 집단분류가 형성된다는 것은 이미 기존연구[Mantegna(1999), 엄철준(2004) 등]에서 확인되었다. 그리고, 그림에서 알 수 있듯이, 대부분의 주식들이 다른 주식들과 적은 연결개수를 갖는 반면에, 일부 주식들은 다른 주식들과 많은 연결개수를 갖는다는 것을 볼 수 있고, 이러한 주식간 연결개수의 빈도조사를 통하여 Power Law분포의 존재를 확인하는 것이다[김승환 외2인(2003) 등].

# A Study for Formation Principles of Dynamic Connection Structure between Stocks in Korean Stock Market

Seunghwan Kim\* · Cheoljun Um\*\* · Uncheol Lee\*

〈abstract〉

This paper introduces an observable connection structure between stocks in Korean stock market and investigates the formation principles of the observed connection structure between stocks in economic views. Several recent studies have been attempting to explain that the connection structure between stocks is organized by Power-Law distribution, this implies that most stocks have a few links, but only a few stocks have very large number of links. Therefore, we want to investigate the reason about why the connection structure between stocks exhibited by Mantegna's approach is Power-Law distribution. As a result, we found that the number of connection between stocks is determined by market factors and specific firm factors among many other factors. In addition, if a stock is more affected by common factors(market) than specific firm factors, the stock has large number of links with other stocks, otherwise more affected by specific firm factors, the stock has a few links.

Keywords : Minimal Spanning Tree, Power Law Distribution, Dynamic Connection Structure

---

\* Professor, Department of physics, POSTECH, Pohang

\*\* Professor, Department of Healthcare Management, Catholic University of Pusan

\*\*\* Researcher of Nonlinear and Complex System Lab, POSTECH, Pohang

This work has been supported by the Minister of Science & Technology through the National Research Laboratory Project.